

**PENGARUH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.) DENGAN TEKNIK
HIDROPONIK RAKIT APUNG**



Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/2017 M**

**PENGARUH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.) DENGAN TEKNIK
HIDROPONIK RAKIT APUNG**

Skripsi

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi**



Pembimbing I : Dr. Eko Kuswanto, M.Si.

Pembimbing II : Suci Wulan Pawhestri, M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/ 2017 M**

ABSTRAK

PENGARUH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.) DENGAN TEKNIK HIDROPONIK RAKIT APUNG

Oleh :

Santi Anisyah

Industri tapioka adalah salah satu jenis industri yang menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan pencemaran apabila tidak dikelola dengan baik karena memiliki kandungan senyawa organik yang cukup tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut dengan memanfaatkan limbah cair tapioka menjadi pupuk berupa nutrisi organik bagi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada teknik penanaman hidroponik sistem rakit apung. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan teknik hidroponik rakit apung. Penelitian ini dilaksanakan di Horti Park Lampung. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu K0= (kontrol) dengan pemberian nutrisi *AB-Mix*, K1= pemberian limbah cair tapioka 20%, K2= pemberian limbah cair tapioka 30%, K3= pemberian limbah cair tapioka 40%. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis *One Way Anova* dengan SPSS versi 17 dengan uji lanjut menggunakan uji LSD. Hasil pengukuran pada parameter yang diamati dan dianalisis yang dilakukan memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter. Perlakuan berturut-turut mulai dari yang terbaik sampai yang terendah yaitu pada perlakuan K0 (kontrol), K3 (40%), K1(20%), dan K2(30%). Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman selada perlakuan K0 memberikan hasil terbaik dibuktikan dengan hasil rata-rata dari semua parameter tanaman yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah.

Kata kunci : limbah cair tapioka, selada (*Lactuca sativa* L.), hidroponik rakit apung.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame I, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260 Fax. 780422

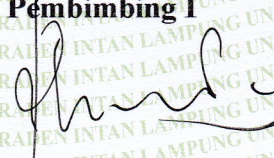
PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PENGARUH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP
PERTUMBUHAN TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.)
DENGAN TEKNIK HIDROPONIK SISTEM RAKIT
APUNG**
Nama Mahasiswa : **SANTI ANISYAH**
NPM : **1211060040**
Jurusan : **PENDIDIKAN BIOLOGI**
Fakultas : **TARBIYAH DAN KEGURUAN**

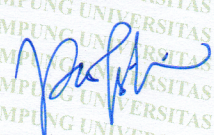
MENYETUJUI

Telah dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.

Pembimbing I

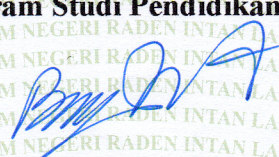

Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
NIP.19750514 200801 1 009

Pembimbing II


Suci Wulan Pawhestri, M.Si
NIP.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi


Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.
NIP. 19840228 200604 1 004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame I, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260 Fax. 780422

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : **PENGARUH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.) DENGAN TEKNIK HIDROPONIK SISTEM RAKIT APUNG**, Disusun oleh: **SANTI ANISYAH, NPM: 1211060040**, Jurusan: **PENDIDIKAN BIOLOGI**, Telah Diujikan Dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Pada Hari/Tanggal : **Kamis, 28 September 2017**.

DEWAN PENGUJI

Ketua : Drs. Amirudin, M.Pd.I.

(.....)

Sekretaris : Akbar Handoko, M.Pd

(.....)

Penguji Utama : Nurhaida Widiani, M.Biotech

(.....)

Penguji Kedua : Dr. Eko Kuswanto, M.Si

(.....)

Penguji Pendamping : Suci Wulan Pawhestri, M.Si

(.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd
NIP. 195608101987031001

MOTTO

أَمَّنْ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ
حَدَائِقَ ذَاتِ بَهْجَةٍ مَا كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا ۗ أَلَيْسَ اللَّهُ بِ
هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴿٦٠﴾

Artinya : "Atau siapakah yang telah menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air untukmu dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah, yang kamu sekali-kali tidak mampu menumbuhkan pohon-pohonnya? Apakah disamping Allah ada tuhan (yang lain)? Bahkan (sebenarnya) mereka adalah orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran)" [An-Naml:60].¹



¹ Kementerian Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya Majeeda* (Solo:PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri 2013), h. 305.

PERSEMBAHAN

Teriring do'a dan rasa syukur kehadiran Allah, penulis persembahkan skripsi ini sebagai ungkapan cinta dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhanku tempatku menyembah dan memohon pertolongan, Muhammad Utusan Allah si-Penyempurna Akhlaq.
2. Ayahanda Abdu Hairu dan Ibunda Fatmawati yang kuhormati, kusayangi, dan kucintai terimakasih untuk setiap pengorbanan, kesabaran, kasih sayang yang tulus, serta do'a demi keberhasilanku.
3. Kakakku Muhammad Abdiansyah yang selalu memberi dukungan kepadaku dengan keceriaan dan kasih sayang.
4. Kepada seluruh pendidikku yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis baik didunia maupun diakhirat.
5. Sahabat-sahabatku Isti Sarwasih, Elwinda Purnama Sari, Nurul Ulfa, Ii Hendrika dan Rekan-rekan Biologi satu angkatan 2012 yang selalu menemaniku dalam suka maupun duka.
6. Almamater IAIN Raden Intan Lampung yang telah mengajarkanku untuk menjadi mahasiswa dan manusia yang baik dan benar.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Santi Anisyah, dilahirkan di Trimulyo, pada tanggal 28 Juni 1994. Putri kedua dari dua bersaudara pasangan bapak Abdu Hairu dan ibu Fatmawati.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Aisyiyah Bustanul Athfal lulus pada tahun 1999, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Trimulyo lulus pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 3 Tegineneng lulus pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (MAN) 1 Bandar Lampung lulus pada tahun 2012.

Penulis pada tahun 2012 diterima dan terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sendang Retno, Kecamatan Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Pada tahun yang sama penulis melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di Madarasah Ibtidaiyah Negeri 12 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjan Pendidikan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.

Penulis mengucapkan terimakasih dari lubuk hati yang paling dalam atas jasa dan masukan-masukan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, maka pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung dan Pembantu Dekan berserta stafnya yang telah banyak membantu dan memberi kemudahan kepada penulis dalam mengikuti pendidikan.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung.
4. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si, selaku pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan nasehat dalam membimbing penulis dengan sabar, arif dan bijaksana.

5. Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si, selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan nasehat dalam membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan perhatian.
6. Seluruh Dosen-dosen Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden intan lampung yang telah memberikan ilmu dan wawasan.
7. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu - persatu yang telah memberikan bantuan, baik moral maupun material sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Staf Pegawai Perpustakaan pusat dan Tarbiyah yang telah menyediakan dan meminjamkan buku-buku referensi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan dan amal baik yang diberikan kepada penulis memperoleh pahala berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis berharap semoga Allah memberikan kebermanfaatan serta keberkahan Skripsi ini. Amin.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2017

Penulis

Santi Anisyah
NPM. 1211 06 0040

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| ABSTRAK | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| MOTTO | v |
| PERSEMBAHAN | vi |
| RIWAYAT HIDUP | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 8 |
| C. Batasan Masalah | 8 |
| D. Rumusan Masalah | 9 |
| E. Tujuan Penelitian | 9 |
| F. Kegunaan Penelitian | 10 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| A. Tinjauan Pustaka | 11 |
| 1. Industri Tapioka | 11 |
| 2. Tanaman Selada | 14 |
| a. Karakteristik Tanaman Selada | 14 |
| b. Jenis Selada | 16 |
| c. Manfaat Tanaman Selada | 17 |

| | |
|----------------------------------------------|----|
| 3. Hidroponik | 17 |
| a. Pengertian Hidroponik | 17 |
| b. Jenis Hidroponik | 18 |
| c. Keunggulan dan Kelemahan Hidroponik | 20 |
| B. Kerangka Berfikir | 21 |
| C. Hipotesis Penelitian | 21 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--------------------------------------|----|
| A. Tempat dan Waktu Penelitian | 23 |
| B. Metode Penelitian | 23 |
| C. Alat dan Bahan | 24 |
| D. Variabel Penelitian | 24 |
| E. Populasi | 24 |
| F. Cara Kerja | 24 |
| G. Teknik Pengambilan Data | 26 |
| H. Analisis Data | 27 |
| 1. Uji Normalitas | 27 |
| 2. Uji Homogenitas | 28 |
| 3. Uji Anova | 28 |
| I. Rancangan Percobaan | 29 |
| J. Alur Kerja Penelitian | 30 |

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| A. Hasil Penelitian | 31 |
| 1. Hasil Analisis Kimia Limbah Cair Tapioka | 31 |
| 2. Kandungan Unsur Hara Pupuk AB-mix | 32 |
| 3. Pertumbuhan Tanaman Selada | 33 |
| 3.1 Tinggi Tanaman | 33 |
| 3.2 Jumlah Daun | 35 |

| | |
|-------------------------|----|
| 3.3 Lebar Daun | 36 |
| 3.4 Panjang Akar | 37 |
| 3.5 Berat Basah | 38 |
| B. Pembahasan | 40 |
| 1. Tinggi Tanaman | 42 |
| 2. Jumlah Daun | 44 |
| 3. Lebar Daun | 46 |
| 4. Panjang Akar | 48 |
| 5. Berat Basah | 49 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan | 51 |
| B. Saran | 51 |

DAFTAR PUSTAKA

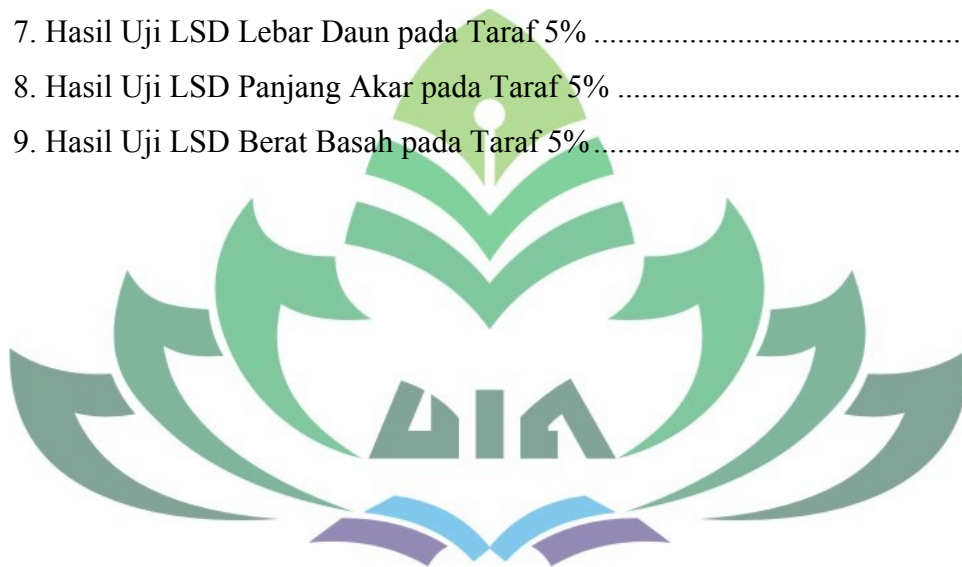
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1. Kandungan Limbah Cair Tapioka | 4 |
| 2. Desain Penelitian | 29 |
| 3. Hasil Analisa Kandungan Fermentasi Limbah Cair Tapioka | 31 |
| 4. Kandungan Unsur Hara Nutrisi AB-mix..... | 32 |
| 5. Hasil Uji LSD Tinggi pada Taraf 5%..... | 34 |
| 6. Hasil Uji LSD Jumlah Daun pada Taraf 5% | 35 |
| 7. Hasil Uji LSD Lebar Daun pada Taraf 5% | 37 |
| 8. Hasil Uji LSD Panjang Akar pada Taraf 5% | 38 |
| 9. Hasil Uji LSD Berat Basah pada Taraf 5%..... | 39 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Tabel Data Hasil Rata-rata Pertumbuhan Tanaman | 55 |
| Lampiran 2. Tabel Hasil Analisis Pertumbuhan Tanaman | 59 |
| Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan Penelitian | 81 |
| Lampiran 4. Silabus Kegiatan Pembelajaran | 90 |
| Lampiran 5. Panduan Praktikum..... | 92 |
| Lampiran 6. Surat-surat | 97 |



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Saat ini laju pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin meningkat, semakin besar jumlah penduduk maka semakin besar kewajiban pemerintah dalam memenuhi kebutuhan akan pangan. Kebutuhan pangan merupakan kebutuhan utama yang harus dipenuhi setiap saat, untuk memenuhi kebutuhan pangan pemerintah berusaha mengembangkan industri pangan sehingga industri pangan berkembang pesat.

Perkembangan industri pangan dapat memberikan dampak bagi lingkungan, baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif dapat dirasakan dari terpenuhinya kebutuhan hidup sehari-hari, menunjang perekonomian masyarakat, dan memberikan lapangan kerja untuk masyarakat sekitar. Industri pangan selain memberikan dampak positif dapat memberikan dampak negatif berupa limbah buangan industri yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan baik pencemaran udara, air, dan tanah.

Industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengelola bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi menjadi produk baru yang memiliki nilai yang lebih tinggi. Industri selain menghasilkan produk juga menghasilkan limbah yang berasal dari hasil samping proses produksi. Limbah industri yang dihasilkan dapat berupa limbah

padat, cair, dan gas. Aktivitas industri yang semakin meningkat tanpa pengolahan limbah yang baik dapat menyebabkan masalah lingkungan. Salah satu industri yang erat hubungannya dengan masalah lingkungan adalah industri tepung tapioka.

Produksi rata-rata ubi kayu di Lampung mencapai 9 juta ton pertahunnya, produksi tersebut didapatkan dari 66 pabrik yang tersebar di beberapa daerah dengan luas lahan ubi kayu yang mencapai 366.830 Ha. Lahan ubi kayu terbesar di Lampung berada di Lampung Tengah dengan luas 121.000 Ha, Lampung Utara 53.994 Ha, dan Lampung Timur 49.000 Ha.¹ Berdasarkan dari data BPS tahun 2014, Lampung telah memproduksi ubi kayu sebesar 9,725 juta ton. Hal ini membuktikan bahwa komoditas ubi kayu dapat menyumbang sebesar 34,8% dalam penyediaan pangan nasional, nilai produksi tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan pada tahun 2011 yang memiliki nilai produksi ubi kayu mencapai 9,193 juta ton.²

Industri tapioka di Indonesia berkembang cukup pesat, hal ini disebabkan karena ketersediaan bahan baku yang relatif mudah didapat. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan tapioka yaitu umbi kayu atau singkong. Tapioka memiliki banyak kegunaan yaitu sebagai bahan dasar makanan, selain itu tapioka juga digunakan untuk berbagai macam bidang industri diantaranya seperti industri perekat, tekstil, kertas, farmasi dan industri lainnya.

¹ Harjono.Y. 2013.”*Lampung Penghasil Ubi Kayu Terbesar di Tanah Air*”. [Http:// Lampung Penghasil Ubi Kayu Terbesar di Tanah Air Kompas.com.htm](http://LampungPenghasilUbiKayuTerbesardiTanahAirKompas.com.htm). Diakses pada 8 april 2016. Pukul 07.30. WIB. h.1

² Katalog BPS : 9201015.18,2014, “*Perkembangan Indikator Makro Sosial Ekonomi Provinsi Lampung Triwulan IV Tahun 2014*”, Badan Statistik Provinsi Lampung, h.16.

Perkembangan industri tapioka ternyata membawa pengaruh yang cukup serius terhadap kualitas lingkungan yaitu dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Tapioka yang dihasilkan dari pengolahan singkong hanya sekitar 20-25% dari berat singkong yang diolah, selebihnya menghasilkan limbah yang berupa padatan dan cairan. Pengolahan 1 ton singkong menjadi tepung tapioka menghasilkan sekitar 4.000-6.000 liter limbah cair dan 0,114 ton onggok.³ Limbah cair tapioka bersumber dari proses pencucian singkong, pencucian alat, dan pemisahan larutan pati. Limbah padat tapioka bersumber dari pengupasan, pengekstraksian, dan pengepresan.

Kualitas dan kuantitas buangan industri tapioka ini sangat bergantung pada keadaan pabrik seperti kapasitas produksi, cara pengolahan, serta ada tidaknya penanganan limbah dan kondisi lingkungan sekitarnya. Salah industri tapioka di daerah Lampung di Desa Bangun Sari Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran. Mayoritas masyarakat Kecamatan Negeri Katon khususnya Desa Bangun Sari berprofesi sebagai petani, komoditas hasil pertanian dari daerah ini diantaranya padi, singkong, dan jagung.

Desa Bangun Sari Kecamatan Negri Katon memiliki pabrik pengolahan bahan pangan setengah jadi yaitu pengolahan tepung tapioka. Pengolahan singkong menjadi tepung tapioka setiap harinya menghasilkan air limbah yang cukup besar dan air limbah ini mengeluarkan bau yang tidak sedap. Hal ini dijelaskan oleh keterangan

³ Dedy Aprizal. *"Potensi Pemanfaatan Limbah di Industri Tapioka Rakyat Terpadu."* (Tesis Program Studi Magister Teknologi Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 2011). h.11

warga disekitar area industri yang sering mengeluhkan bau busuk yang dihasilkan oleh buangan limbah industri tapioka.

Bau busuk yang dihasilkan oleh limbah cair tapioka disebabkan oleh turunnya oksigen terlarut karena larutnya amilum di dalam air mengakibatkan degradasi bahan organik yang tidak sempurna.⁴ Pencemaran lingkungan oleh limbah cair tapioka disebabkan oleh kandungan organik yang masih terlarut dengan limbah, maka bahan organik yang masih banyak terdapat pada limbah cair tapioka dapat dimanfaatkan kembali dengan cara mengelolanya sebagai pupuk organik cair.

Berdasarkan penelitian Cesaria(2014) kandungan unsur hara pupuk cair pada limbah cair tapioka dengan penambahan EM4 adalah N 0,77%, P 1,58%, K 1,25%, C-organik 2,54%, C/N 3,27% dan pH 5,13.⁵ Menurut analisis zaitun, kadungan pada limbah cair tapioka dapat dilihat pada Tabel 1.⁶

Tabel 1 : Kandungan limbah cair tapioka

| Kandungan | Jumlah |
|------------------|---------------|
| C-Organik (ppm) | 502,22 |
| N-total (ppm) | 186,20 |
| P-total (ppm) | 16,94 |
| K-total (ppm) | 114 |
| C/N | 3 |
| HCN (ppm) | 0,0017 |
| BOD (ppm) | 3 – 6 |
| COD (ppm) | 7 – 30 |
| PH | 3,74 |

⁴ Rizki Yunia Cesaria, Ruslan Wirosodarmo., Bambang Suharto. “Pengaruh Penggunaan Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair”. (Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Vol. 1 No.2, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawiaya,Malang, 2014).h.9

⁵ Ibid, h.11-13

⁶ Zaitun. “Efektivitas Limbah Industri Tapioka sebagai Pupuk Cair pada tanaman. urusan Budidaya Pertanian”, (Jurnal Fakultas Pertanian IPB. Bogor, Vol VIJ No. 2 Tb, 2001) h: 24

Limbah yang dianggap sebagai hasil buangan yang mengandung bahan pencemar dan tidak memiliki nilai ekonomi dapat dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai lebih tinggi. Allah menciptakan langit dan bumi tidak dengan sia-sia, dalam Al-Qur'an surat shad ke-38 ayat 27 Allah berfirman:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ
كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya : *“Dan Kami tidak menciptakan langit dan Bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”*.⁷

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan Allah memberitakan bahwa Dia tidak menciptakan makhluk-Nya dengan sia-sia, namun Allah menciptakan mereka untuk briedah kepada-Nya dan mengesakan-Nya dan kemudian Dia akan menghimpun mereka pada hari Kiamat dimana orang yang taat akan diberikan pahala dan orang yang kafir akan disiksa.⁸ Kekuasaan Allah yang menciptakan alam semesta beserta isinya memiliki tujuan dan tidak ada yang sia-sia. Allah menjadikan manusia yang berakal untuk berfikir dan menjaga bumi sebaik mungkin dan memanfaatkannya tanpa merusaknya.

Salah satu contoh memanfaatkan alam adalah dengan memanfaatkan bahan-bahan yang sudah dibuang atau bahan hasil pengolahan yang kita sebut sampah atau limbah.

⁷Departemen Agama RI. *Al-Aliyy Alquran dan Terjemahannya*. (Bandung : CV Penerbit Diponegoro, 2005).h. 363

⁸ DR. Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin Ishaq Al-Sheikh. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 7*. (Jakarta : Pustaka Imam asy-Syafi'i).h. 64

Seperti halnya limbah cair tapioka, di sisi lain limbah cair tapioka dapat mencemari lingkungan apabila limbah dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair tapioka bisa dimanfaatkan sebagai *natta de cassava*, hal ini belum banyak dijumpai di pasar karena selain sulit cara pembuatannya dari sisi usaha diperkirakan belum diminati masyarakat pengkonsumsinya. Limbah Industri tapioka masih belum dimanfaatkan secara optimal dan limbah yang dibuang langsung ke lingkungan dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah cair tapioka yang masih mengandung unsur organik dapat dimanfaatkan sebagai pupuk alternatif dari pupuk anorganik yang ramah lingkungan dalam bidang pertanian.

Peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan lahan pertanian berubah fungsi menjadi sektor lahan non pertanian. Oleh karena itu, diperlukan solusi penerapan alternatif pertanian lahan sempit dengan cara budidaya hidroponik. Hidroponik merupakan metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh. Pada teknik hidroponik tanaman dapat di tanam dalam pot atau wadah lainnya dengan menggunakan air dan atau bahan-bahan lainnya, seperti kerikil, pecahan genting, pasir, pecahan batu ambang, dan lain sebagainya sebagai media tanamnya.

Hidroponik memerlukan pupuk atau nutrisi khusus sebagai sumber unsur hara untuk pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Unsur hara atau zat makanan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dapat diperoleh dengan melarutkan campuran pupuk. Campuran pupuk ini dapat diperoleh dari hasil ramuan sendiri garam-garam mineral dengan formulasi yang telah ditentukan atau menggunakan

pupuk buatan yang sudah siap pakai.⁹ Pupuk hidroponik yang sering digunakan adalah pupuk AB *mix*, namun harga pupuk ini terbilang cukup mahal. Larutan nutrisi hidroponik yang lebih ekonomis adalah dengan cara membuat larutan hidroponik sendiri. Unsur hara yang masih terkandung dalam limbah cair tapioka dapat dimanfaatkan sebagai campuran pupuk organik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan sayuran yang paling banyak dijadikan salad dan dimanfaatkan sebagai lalapan oleh masyarakat Indonesia, karena rasanya segar dan renyah. Selada memiliki warna, tekstur, dan aroma yang menyegarkan penampilan makanan sehingga mampu menambah selera makan. Tanaman selada akan tumbuh subur apabila nutrisi yang dibutuhkan telah tercukupi. Nutrisi pada tanaman dapat diperoleh dari pemberian pupuk dengan pemanfaatan limbah industri tapioka untuk alternatif pupuk cair sebagai nutrisi pada tanaman selada. Pupuk berperan sebagai pemberi asupan zat makanan atau unsur-unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Selama ini sebagian besar masyarakat atau industri masih memandang limbah sebagai barang sisa yang tidak berguna, bukan sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan mengenai limbah yaitu dengan cara mengelola limbah yang dihasilkan secara baik dengan menggunakan teknologi yang tepat, akan tetapi masih banyak industri yang

⁹Team Dosen Biologi IAIN Raden Intan Lampung, *Pembuatan Hidroponik Sederhana*, (Worksheet Praktikum Pendidikan Biologi IAIN, Lampung, 2015)

mengelola limbah dengan pendekatan akhir yaitu dengan membuang langsung limbah ke lingkungan. Berdasarkan masalah tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Pengaruh penggunaan limbah cair tapioka sebagai nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan menggunakan teknik hidroponik sistem rakit apung”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka muncul berbagai masalah yang teridentifikasi sebagai berikut:

1. Buangan limbah industri ke lingkungan yang dapat menimbulkan pencemaran.
2. Peningkatan jumlah limbah cair industri tapioka yang dihasilkan oleh pabrik namun penanggulangan limbah cair yang masih sedikit.
3. Bau busuk limbah cair tapioka yang berasal dari unsur organik yang masih terkandung pada limbah cair tapioka.
4. Peningkatan jumlah penduduk yang mengakibatkan menyempitnya lahan pertanian.
5. Harga pupuk buatan untuk hidroponik yang terbilang cukup mahal.

C. Batasan Masalah

Agar pembatasan masalah ini tidak menyimpang terlalu jauh dan berdasarkan identifikasi masalah, serta keterbatasan waktu dan pengetahuan yang dimiliki, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Nutrisi yang digunakan dalam campuran pupuk organik menggunakan limbah cair tapioka.
2. Tanaman yang digunakan dalam penelitian hanya tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)
3. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi serta pembatasan masalah, maka peneliti merumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan menggunakan teknik hidroponik sistem rakit apung.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui apakah terdapat pengaruh penggunaan limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan menggunakan teknik hidroponik sistem rakit apung.
2. Mengetahui bagaimana perbandingan pengaruh pemberian limbah cair tapioka dengan konsentrasi yang berbeda.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan wawasan pengetahuan tentang pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan teknik hidroponik rakit apung.
2. Bagi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung penelitian ini diharapkan dapat menambah bahan masukan untuk kepustakaan, referensi, dan sebagai informasi tentang pengaruh limbah cair terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan teknik hidroponik rakit apung.
3. Bagi peserta didik sebagai bahan acuan praktikum pengetahuan pembelajaran biologi pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
4. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi bagi petani atau instansi pemerintah yang terkait dalam usaha hidroponik untuk meningkatkan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.).
5. Bagi ilmu pengetahuan dapat memberikan informasi dan acuan untuk melakukan penelitian sejenis dan lebih mendalam tentang limbah cair tapioka dengan variabel yang berbeda.

BAB II

LANDASAN TEORI

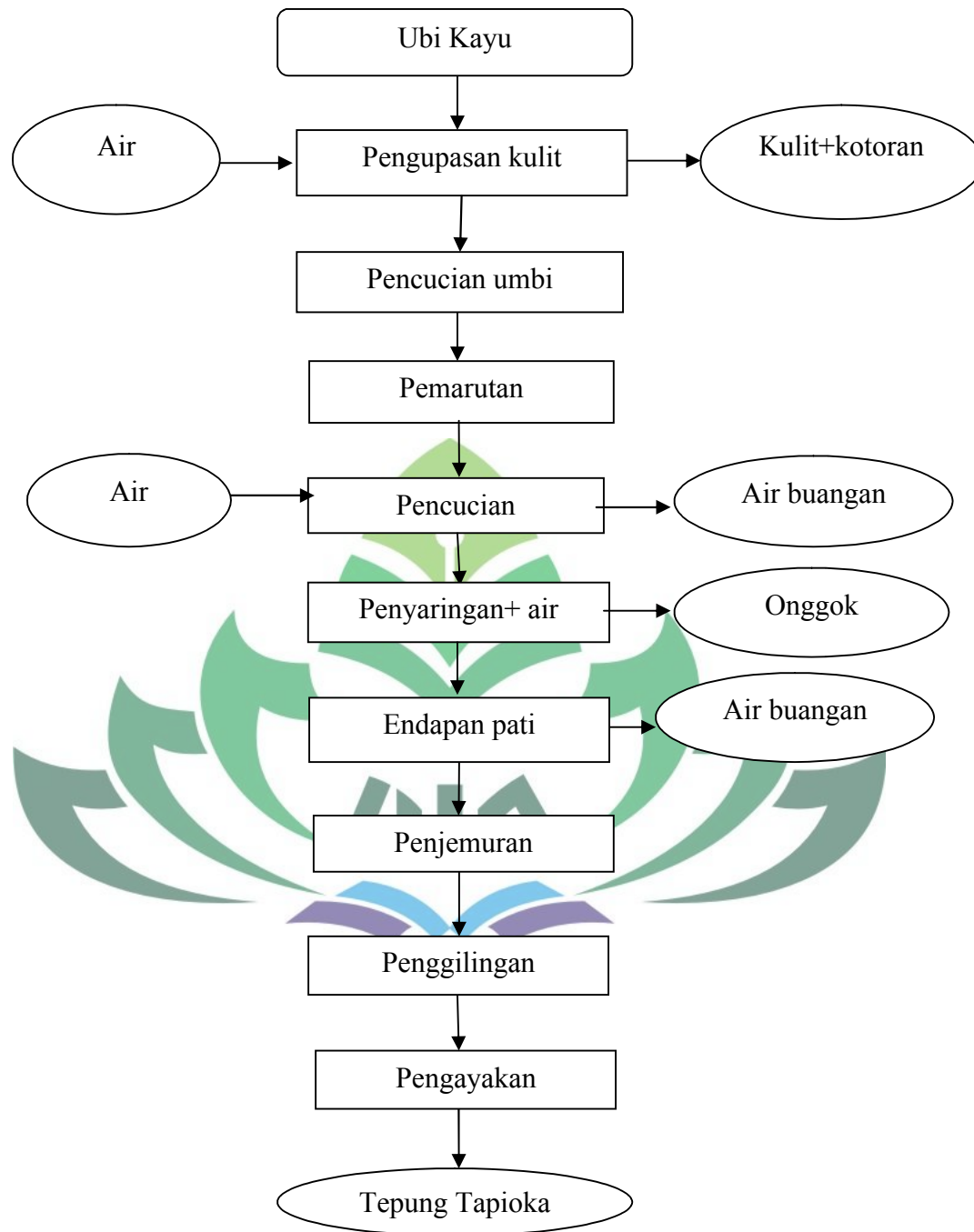
A. Tinjauan Pustaka

1. Limbah Industri Tapioka

Tepung tapioka adalah salah satu olahan dari bahan baku singkong. Singkong dapat diolah menjadi berbagai macam makanan. Pada kegiatan industri pengolahan singkong dapat difermentasikan, dikeringkan, dan dapat dijadikan tepung singkong atau tepung tapioka. Tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengental dan bahan pengikat dalam industri makanan, sedangkan ampas tapioka banyak dipakai sebagai campuran makan ternak. Industri pembuatan tepung tapioka selain menghasilkan produk tepung akan menghasilkan limbah berupa cairan dan padatan.

Tapioka yang dihasilkan dari pengolahan singkong hanya sekitar 20-25% dari berat singkong yang diolah, selebihnya menghasilkan limbah yang berupa padatan dan cairan. Pengolahan 1 ton singkong menjadi tepung tapioka menghasilkan sekitar 4.000-6.000 liter limbah cair dan 0,114 ton onggok.¹ limbah cair berasal dari pencucian bahan baku sampai proses pemisahan pati dari airnya atau proses pengendapan sedangkan limbah padat berasal dari proses pengupasan dan pamarutan.

¹ Dedy Aprizal. *“Potensi Pemanfaatan Limbah di Industri Tapioka Rakyat Terpadu.”* (Tesis Program Studi Magister Teknologi Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 2011). h.11



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengolahan Tepung Tapioka.²

² *Ibid*, h. 9

Limbah cair dan padat industri tepung tapioka mengandung mineral-mineral seperti nitrogen, karbon, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, besi, mangan, tembaga, dan natrium. Limbah pada industri tapioka mengandung karbohidrat, protein, dan gula. Senyawa gula yang terkandung pada limbah berupa sukrosa, glukosa, fruktosa, dekstran, galaktosa dan asam nitrat.³ Limbah cair pada industri tapioka dapat menimbulkan masalah pencemaran air apabila limbah dibuang begitu saja ke lingkungan. Limbah cair tapioka yang masih mengandung bahan organik dapat menimbulkan bau yang tidak enak disebabkan karena adanya persenyawaan organik dan anorganik yang mengandung nitrogen, sulfur, dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein.⁴

Kandungan unsur hara pada limbah cair tapioka $N=186,20 \text{ mg L}^{-1}$, $P=16,94 \text{ mg L}^{-1}$, $K=114 \text{ mg L}^{-1}$, dan $pH=3,74$.⁵ Menurut Maulida (2014) kandungan unsur hara limbah cair tapioka adalah $N \text{ total } 280,01 \text{ mg L}^{-1}$, $P\text{-total } 24,84 \text{ mg L}^{-1}$, dan $pH 4,27$.⁶ Limbah cair tapioka juga banyak mengandung bahan organik seperti pati, serat, protein dan gula komponen limbah ini merupakan bagian sisa pati yang tidak terekstrak serta komponen pati yang terlarut dalam air.⁷ Padatan tersuspensi di dalam

³ Syervy Tanata, Mimi Richell Gunawan, Setiaty Pandia, *Pengaruh Komposisi Campuran Limbah Padat dan Cair Industri Tapioka Terhadap Persentase Penyisihan Total Suspended Solid (TSS) dengan Starter Kotoran Sapi*, (Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2, No.3, 2013) h. 8-9

⁴ Zaitun, M. Sri Saeni, Tun Tedja Irawadi, dan H.M.H Bintoro Djoefrie, *Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka Sebagai Pupuk Cair pada Tanaman Sayuran*, (Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan IB, Vol VII. No.2, 2001) h.22

⁵ Zaitun, *Op.Cit.* 2001, h.24

⁶ Maulida, R. *Peningkatan Fosfat Larut dengan berbagai Campuran Limbah Cair Industri Tapioka dan Asam Sulfat pada Waktu Inkubasi Berbeda*. (Skripsi, Universitas Lampung. Bandar Lampung. 2014) Hlm 24.

⁷ *Loc.Cit.*

limbah cair tapioka cukup tinggi yakni 1.500 - 5.000 mg L⁻¹, BOD 3.000-6.000 mg L⁻¹, COD 7.000-30.000 mg L⁻¹, dan pH 4.⁸

Pemanfaatan kembali buangan limbah agar dapat memberikan dampak positif pada lingkungan, seperti pengolahan limbah padat menjadi bahan pakan ternak dan berdasarkan kandungan unsur hara yang terkandung pada limbah industri cair tapioka dapat dimanfaatkan sebagai alternatif lain bagi nutrisi tanaman dalam bentuk cair karena memiliki kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Pemanfaatan tersebut berguna untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah apabila limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan.

2. Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)

a. Karakteristik Tanaman Selada

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan jenis sayuran yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia karena selain memiliki tampilan yang menarik selada memiliki rasa renyah dan segar. Selada bisa dimakan mentah sebagai lalapan atau dijadikan campuran makan lain. Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi karena tanaman selada merupakan tumbuhan sayur daerah beriklim sedang atau tropis.⁹ Tanaman selada dapat dipanen dalam waktu pendek sekitar 2 bulan setelah tanam, selain itu tanaman ini relatif mudah

⁸ Prayitno. H. T.. *Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, (Tesis, Universitas Diponegoro. Semarang. 2008) h. 13-14.

⁹ Hendro Wibowo, *Panduan Terlengkap Hidroponik Bertanam Tanpa Media Tanah* (Yogyakarta:Flash Book, 2015) h. 80

ditanam baik dengan media tanah maupun *soilless culture* atau budidaya tanaman tanpa tanah.¹⁰

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan sayuran daun yang berumur semusim dan termasuk dalam famili *Compositae*. Selada mempunyai ciri diantaranya bentuk bunganya mengumpul dalam tandan membentuk sebuah rangkaian.¹¹ Sistem perakaran selada adalah perakaran akar tunggang dengan cabang-cabang akarnya menyebar kesemua arah. Selada memiliki bentuk daun yang bervariasi sesuai dengan jenisnya selain itu selada memiliki ukuran biji yang kecil, lonjong, pipih, dan berbulu tajam.¹² Kedudukan tanaman selada dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 2. Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)

¹⁰ Nugraheni Widyawati, *Cara Mudah Bertanam 29 Jenis Sayur dalam Pot* (Yogyakarta: Lily Publisher, 2015) h. 195

¹¹ Hendro Sunarjono, *Bertanam 36 Jenis Sayur* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2015) h. 92

¹² *Ibid.* h. 93

| | |
|---------|------------------------------------------|
| Regnum | : Plantae |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Class | : Magnoliopsida |
| Ordo | : Asterales |
| Family | : Asteraceae |
| Genus | : <i>Lactuca</i> |
| Spesies | : <i>Lactuca sativa</i> L. ¹³ |

b. Jenis Selada

Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) yang terkenal terdiri dari tiga jenis yaitu selada mentega, selada tutup, dan selada potong. Ada pula tanaman yang menyerupai selada baik tumbuh maupun tanam akan tetapi rasanya lebih pahit tanaman yang dimaksud adalah andewi (*Cichorium endevi* L.) selanjutnya ada jenis selada yang tumbuhnya menjalar seperti tanaman kangkung dan biasa di tanam di rawa-rawa selada ini jenis adalah selada air (*Nasturtium officinale* R. Br.)¹⁴

Ada beberapa tipe selada yang cukup khas, dan dikelompokkan sebagai varietas botani sebagai berikut:

- 1) Kepala renyah (*crisphead*) dan kepala mentega (*butterhead*) *Lactuca sativa* var.*capitata* L.
- 2) Selada silindris (*Lactuca sativa* var. *longifolia*)
- 3) Selada daun (*Lactuca. sativa* var. *crispa*)
- 4) Selada batang (*Lactuca sativa* var. *asparagina*)

¹³Nugraheni Widyawati, *Op.Cit.* h. 192

¹⁴ Hendro Sunarjo, *Loc, Cit.*

5) Latin (*Lactuca sativa*) .¹⁵

Jenis selada yang digunakan pada penelitian ini selada berjenis selada daun (*L. sativa* var. *crispa*) atau biasa disebut selada keriting.

c. Manfaat Tanaman Selada

Tanaman Selada memiliki banyak kandungan nutrisi yang baik untuk kesehatan tubuh diantaranya adalah mengandung vitamin A, vitamin B, vitamin C, yodium, fosfor, besi, kalsium, mangan, dan potasium.¹⁶ Daun selada juga memiliki bentuk daun bergelombang hingga keriting sangat menarik sebagai penghias dan pemanis hidangan.

Daun selada dapat dikonsumsi menjadi lalapan, gado-gado, dan salad. Tanaman ini baik dikonsumsi karena mengandung zat besi, vitamin kompleks, dan mengandung serat yang tinggi. Zat besi serta betakaroten berfungsi melawan kanker, penyakit jantung, dan penuaan dini. Vitamin kompleks berguna untuk mempertahankan kesehatan rambut, kuku, dan kulit. Kandungan serat yang tinggi dapat mencegah sembelit.¹⁷

3. Hidroponik

a. Pengertian Hidroponik

Hidroponik adalah suatu istilah yang digunakan untuk bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya. Tanaman dapat di tanam di dalam pot

¹⁵Sahat M Sibarani, *Analisis Sistem Irigasi Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Pada Budidaya Tanaman Selada(Lactuca sativa L)*, (Skripsi USU, 2006), hal: 11

¹⁶ Hendro Sunarjo, *Loc.Cit*

¹⁷ Heru Agus Hendra, Agus Handoko, *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Pak Tani Hydrofarm*, (Jakarta:AgroMedia, 2014), h.18

atau wadah lainnya dengan menggunakan air dan bahan-bahan porus lainnya seperti kerikil, pecahan genting, pasir, pecahan batu ambang, dan media lain sebagai media tanam. Hidroponik merupakan cara bercocok tanam yang praktis dan dapat diterapkan di daerah lahan sempit dan daerah tandus atau tidak subur karena tidak menggunakan tanah.

Ditinjau dari segi bahasa, kata “hidroponik” berasal dari bahasa Yunani, yaitu hydro (bermakna air) dan ponos (berarti daya/kerja). Dengan demikian, hidroponik adalah air yang bekerja atau berdaya. Kemudian, kata “bekerja atau berdaya” ini berubah menjadi budi daya. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai suatu pengerjaan atau pengelolaan air sebagai media tumbuh tanaman tanpa menggunakan unsur hara mineral yang dibutuhkan dari nutrisi yang dilarutkan dalam air.¹⁸

Pengertian hidroponik dapat disimpulkan bahwa yang disebut hidroponik adalah budi daya tanaman yang memanfaatkan air dan tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam, oleh karena itu hidroponik juga dikenal dengan istilah soilless culture atau budi daya tanaman tanpa tanah. Teknik hidroponik juga dapat dilakukan di daerah yang memiliki air terbatas karena kebutuhan air dalam hidroponik lebih sedikit dari pada budi daya dengan media tanah.

b. Jenis Hidroponik

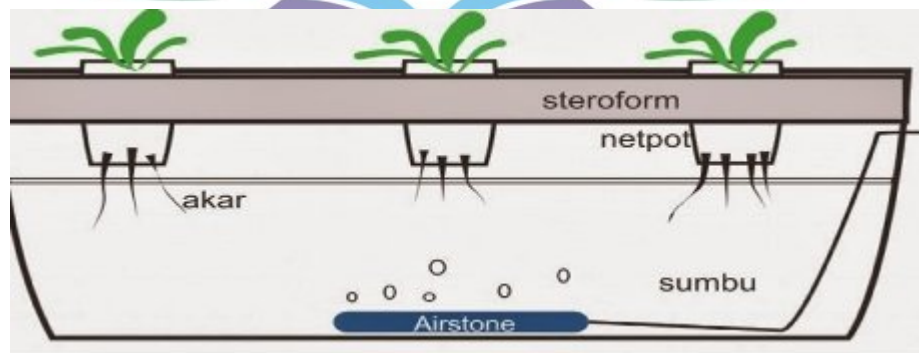
Saat ini teknik hidroponik sudah berkembang sangat pesat sejak pertama kali ditemukan, struktur yang digunakan bervariasi dari yang paling sederhana hingga yang cukup rumit. Ada beberapa macam teknik-teknik penanaman secara hidroponik yaitu: *Nutrient Film Technique* (NFT), *Wick System*, *Floating System*, *Ebb and Flow*,

¹⁸ Hendro Wibowo, *Op.Cit.* h. 14

Drip Irrigation, dan *Aeroponik*.¹⁹ Teknik hidroponik yang akan digunakan dalam penelitian adalah teknik hidroponik sistem rakit apung (*Floating System*).

Hidroponik jenis *floating system* bisa disebut juga dengan sistem *water culture* atau *deep water culture*. Cara kerja dari teknik hidroponik ini tanaman digantung pada baki atau wadah sehingga akar tanaman terendam di dalam air yang telah tercampur dengan larutan nutrisi yang diberi oksigen. Oksigen berperan untuk proses pertumbuhan tanaman dan mencegah akar tanaman mengalami pembusukan. Sistem hidroponik ini hanya dapat diterapkan untuk jenis tanaman yang membutuhkan banyak air dan jangka waktu tanam yang relatif singkat.²⁰

Floating system atau rakit apung dikenal juga dengan istilah *raft system* atau *water culture system*. Prinsip sistem hidroponik ini adalah tanaman ditanam dalam keadaan diapungkan tepat di atas larutan nutrisi, biasanya dengan bantuan *styrofoam* sebagai penopangnya. Posisi tanaman diatur sedemikian rupa sehingga perakaran menyentuh larutan nutrisi. Karena akar terendam larutan nutrisi, akar tanaman yang dibudidayakan dengan sistem ini rentan mengalami pembusukan. Karena itu, untuk menambah oksigen terlarut, biasanya dialirkan udara kedalam larutan tersebut menggunakan aerator.²¹



Gambar 3. Hidroponik Sistem Rakit Apung

¹⁹ Heru Agus Hendra, Agus Andoko, *Op.Cit.* 8-14

²⁰ *Ibid*, h. 61

²¹ Heru Agus Hendra, Agus Andoko, *Op.Cit.* h. 10

Water culture system atau *floating system* memiliki kelebihan dan kekurangan seperti banyak asupan yang didapat oleh tanaman, mudah dalam merawatnya, dan membutuhkan sedikit nutrisi. Kelemahan dari sistem ini adalah hanya cocok untuk jenis tanaman yang membutuhkan banyak air dengan jangka waktu yang singkat dan tidak efektif untuk tanaman besar atau tanaman jangka panjang.²²

c. Keunggulan dan Kelemahan Hidroponik

Adapun berbagai keunggulan dari sistem hidroponik adalah sebagai berikut:

- a. Tidak membutuhkan tanah.
- b. Tidak membutuhkan banyak air. Artinya, air terbatas dapat digunakan sebagai media hidroponik. Hal ini dikarenakan air akan terus bersirkulasi dalam sistem.
- c. Mudah dalam pengendalian nutrisi, sehingga pemberian nutrisi bisa lebih efisien.
- d. Relatif tidak menghasilkan polusi nutrisi ke lingkungan.
- e. Memberikan hasil yang lebih banyak.
- f. Mudah dalam memanen hasil.
- g. Steril dan bersih.
- h. Bebas dari tumbuhan pengganggu.
- i. Media tanam dapat dilakukan selama bertahun-tahun.
- j. Bebas dari tumbuhan pengganggu atau gulma.
- k. Tanaman tumbuh lebih cepat.
- l. Sangat cocok di daerah dengan tanah yang gersang.
- m. Sangat cocok untuk lahan terbatas.
- n. Mengurangi pencemaran zat kimia ke tanah.
- o. Kandungan gizi tanaman hidroponik lebih tinggi.²³

Keunggulan bercocok tanam dengan teknik hidroponik adalah dapat memberikan keuntungan yang lebih besar terutama bagi penduduk perkotaan yang memiliki lahan sempit. Bercocok tanaman dengan hidroponik memiliki kelemahan yaitu:

²²Hendro Wibowo, *Loc. Cit*

²³*Ibid*, h. 22

- 1) Dibutuhkan biaya yang besar karena dalam pembuatan perangkat sistem hidroponik cukup sulit diperoleh dan harganya mahal.
- 2) Diperlukan ketelitian dan kemampuan khusus.
- 3) Apabila terjadi kesalahan pada sistem hidroponik akan menyebabkan kematian pada tanaman.²⁴

B. Kerangka Pikir

Tanaman selada sudah lama dikenal dan ditanam oleh masyarakat di Indonesia, dalam penelitian ini menggunakan bibit selada yang mempunyai bahasa latin *Lactuca sativa* L. yang ditanam menggunakan teknik hidroponik rakit apung dengan memanfaatkan limbah cair tapioka sebagai larutan nutrisinya. Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan teknik hidroponik sistem rakit apung dengan dua variabel yang dilambangkan dalam penelitian ini, yaitu variabel X dan variabel Y. Variabel X merupakan variabel bebas yaitu konsentrasi limbah cair tapioka sedangkan variabel Y merupakan variabel terikat berupa pertumbuhan tanaman selada. Kerangka pikir dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

C. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan menggunakan teknik hidroponik rakit apung.

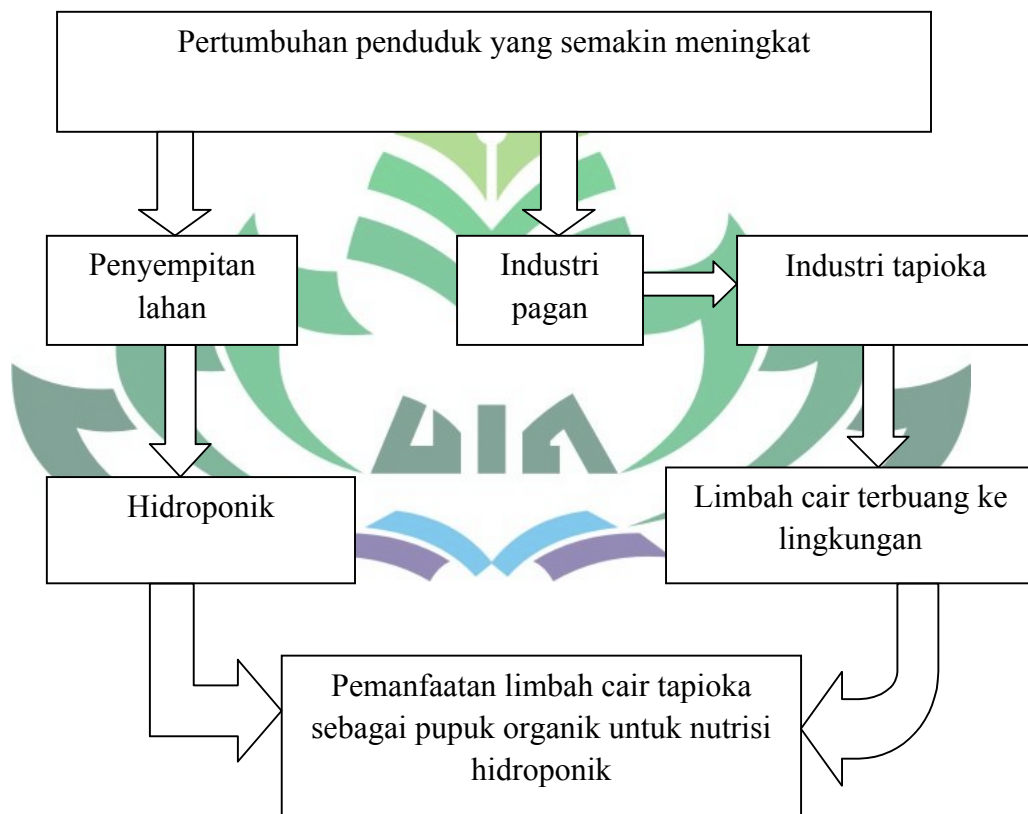
²⁴*Ibid*, h. 23

2. Hipotesis Statistik

Hipotesis dalam statistik penelitian sebagai berikut :

H_0 : tidak terdapat pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan menggunakan teknik hidroponik rakit apung).

H_1 : terdapat pengaruh limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada dengan menggunakan teknik hidroponik rakit apung



Gambar 4. Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengamatan pertumbuhan tanaman selada dilakukan di kebun Botani Prodi Pendidikan Biologi dan analisis pengamatan dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung. Analisis kandungan limbah tapioka dilakukan di Politeknik Negeri Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai Januari 2017.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan 1 kontrol menggunakan nutrisi standar *AB mix* masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Larutan nutrisi yang berasal dari limbah cair tapioka telah difermentasi menggunakan EM4 selama 28 hari. Unit-unit percobaan sebagai berikut:

- K0 = perlakuan kontrol menggunakan nutrisi standar *AB mix*
- K1 = konsentrasi 20% menggunakan nutrisi limbah 200 / air (200 ml nutrisi limbah + 800 air)
- K2 = konsentrasi 30% menggunakan nutrisi limbah 300 / air (200 ml nutrisi limbah + 700 air)

- K3= konsentrasi 40% menggunakan nutrisi limbah 400 / air (400ml/nutrisi limbah + 600 air)

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah penyemaian, *rockwool*, *box styrofoam* ukuran 60x40x15 cm, *Net pot*, *Styrofoam*, *aerator*, gergaji besi, bor, dan alat ukur berupa penggaris, timbangan, alat tulis. Bahan yang digunakan meliputi benih selada keriting (*Grand Rapids*), air, limbah cair tapioka, starter EM4 dan pupuk AB *mix*.

D. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah limbah cair tapioka. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan tanaman selada.

E. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan jumlah 96 tanaman.

F. Cara Kerja

1. Penyiapan media tanaman

Mempersiapkan media tanam penyemaian dengan media *rockwool* kemudian membuat rangkaian hidroponik dengan menggunakan *box styrofoam*. Memotong bagian atas *box styrofoam* dengan menggunakan gergaji besi untuk menopang tanaman, kemudian melubangi *box styrofoam* yang telah terpotong menggunakan bor dengan diameter 4 cm dan jarak tanaman antar lubang 15-20 cm untuk meletakkan *net pot*.

2. Penyemaian tanaman

Penyemaian dilakukan dengan menggunakan media *rockwool*. Benih yang digunakan adalah selada keriting(*Grand Rapids*), media *rockwool* dipotong menggunakan gergaji besi, *rockwool* yang telah dipotong di buat lubang menggunakan tusuk gigi. Lubang digunakan untuk meletakkan benih. Membasahi media *rockwool* menggunakan air. Selanjutnya memasukkan benih ke dalam lubang semai.

3. Pembuatan larutan nutrisi

Pembuatan larutan nutrisi yaitu dengan menggunakan limbah cair tapioka difermentasi menggunakan EM4 dengan perbandingan 100:1 yaitu sebanyak 1000 ml limbah cair tapioka ditambahkan 10 ml EM4, limbah cair tapioka difermentasikan selama 28 hari dengan dilakukan pengadukan. Selanjutnya larutan nutrisi diaplikasikan ke tanaman hidropnik dengan konsentrasi berbeda yaitu 20%, 30%, dan 40%.

4. Penanaman

Bibit yang telah disemai dan dibalut oleh media *rockwool* kemudian dimasukkan ke dalam *net pot*. Dalam memasukkan bibit ke *net pot* hal yang perlu diperhatikan adalah akar bibit. Akar bibit diharuskan menjulur keluar dari lubang *net pot* agar akar bibit tersebut menyentuh larutan nutrisi pada saat penanaman.

5. Pemeliharaan tanaman

Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi pengontrolan, penyulaman, dan menjaga tanaman dari organisme pengganggu tanaman (OPT).

6. Pemanenan

Pemanenan selada dapat dilakukan setelah tanaman berumur kurang lebih 40 hari setelah tanam, pemanenan dapat dilakukan dengan cara mencabut seluruh tanaman beserta akarnya. Sebaiknya sebelum memanen dilihat terlebih dahulu fisik tanamannya seperti daun yang sudah melebar, berwarna hijau segar.

G. Teknik Pengambilan Data

Pengamatan dilakukan pada perkembangan dan hasil tanaman selada sejak awal penanaman. Adapun hal yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman dapat diukur mulai dari tanaman selada dipindahkan dari media tanam penyemaian ke dalam rangkaian hidroponik sampai masa panen dengan bantuan alat ukur penggaris dari permukaan *rockwool* sampai ujung daun tertinggi dari tanaman dengan cara menelungkupkan semua daun. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 1 minggu sekali.

2. Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada daun yang telah membuka sempurna. Jumlah daun dihitung tiap 1 minggu sekali.

3. Lebar Daun

Pengukuran lebar daun hanya daun yang terlebar pada saat pengamatan, pengukuran dimulai dari tepi kiri ke tepi kanan atau sebaliknya menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan 1 minggu sekali.

4. Panjang Akar Tanaman

Pengukuran akar terpanjang dilakukan pada saat tanaman selada telah panen. Pengukuran akar tanaman diukur dari leher akar tanaman atau tempat munculnya akar sampai ujung akar terpanjang.

5. Berat Basah Tanaman

Perhitungan berat basah dilakukan setelah masa panen dengan menggunakan timbangan. Berat basah adalah berat segarsebut tanaman yang masih mengandung kadar air didalamnya.

H. Analisis Data

Untuk mengetahui apakah ada pengaruh limbah cair tapio terhadap pertumbuhan tanaman selada maka analisis data yang dilakukan menggunakan analisis data kuantitatif dengan analisis sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil dalam penelitian berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas data berfungsi sebagai prasyarat diterapkannya statistik uji parametris. Data yang diuji yaitu data pertumbuhan tinggi, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah tanaman selada.

a. Taraf Signifikansi (α) = 0,05

b. Kriteria pengujian

H_0 = jika nilai $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima kedua data berdistribusi normal

H_1 = jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_1 ditolak atau kedua data berdistribusi tidak normal

Uji normalitas dihitung menggunakan program SPSS 17.

2. Uji Homogenitas

Setelah uji normalitas selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Uji Homogenitas dilakukan jika data berdistribusi normal. Uji ini untuk mengetahui apakah semua sampel memiliki varians yang homogen atau tidak.

a. Taraf Signifikansi $(\alpha) = 0,05$

b. Kriteria pengujian

H_0 = jika nilai $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima kedua data homogen.

H_1 = jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_1 ditolak atau kedua data tidak homogen

Uji homogenitas dihitung menggunakan program SPSS 17.

3. Uji Anova

Uji *Anova* dilakukan jika asumsi data nominal serta uji normalitas dan homogenitas terpenuhi. Uji *Anova* yang digunakan yaitu Uji *One Way Anova* dengan menggunakan program SPSS 17, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = Kelompok memiliki rata-rata nilai yang sama

H_1 = Kelompok memiliki rata-rata nilai yang berbeda.

a. Taraf Signifikansi $(\alpha) = 0,05$

b. Kriteria pengujian

H_0 = jika nilai $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima

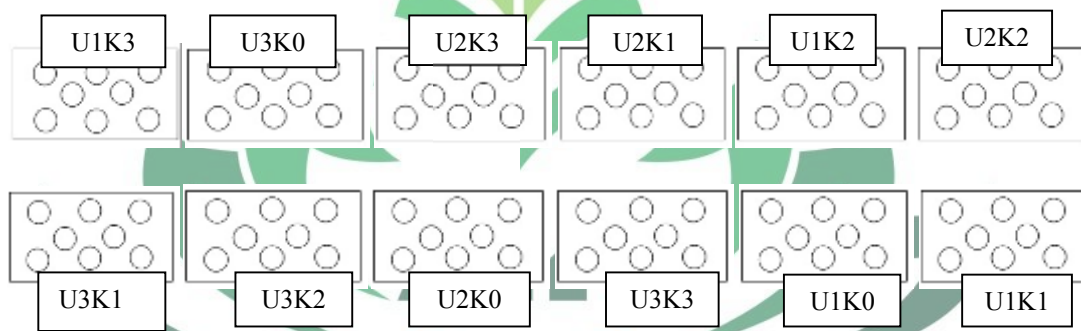
H_1 = jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak

I. Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Desain peneliti dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 2 : Desain Penelitian

| No | Konsentrasi | Ulangan ke- | | |
|----|-------------|-------------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | KO | | | |
| 2 | K1 | | | |
| 3 | K2 | | | |
| 4 | K3 | | | |



Gambar 5. Desain Penelitian Rancangan Acak Lengkap

Keterangan :

U1 = Ulangan ke-1

U2 = Ulangan ke-2

U 3 = Ulangan ke-3

KO = Kontrol (AB *mix*)

K1 = Konsentrasi 20% (2 Liter limbah cair tapioka)

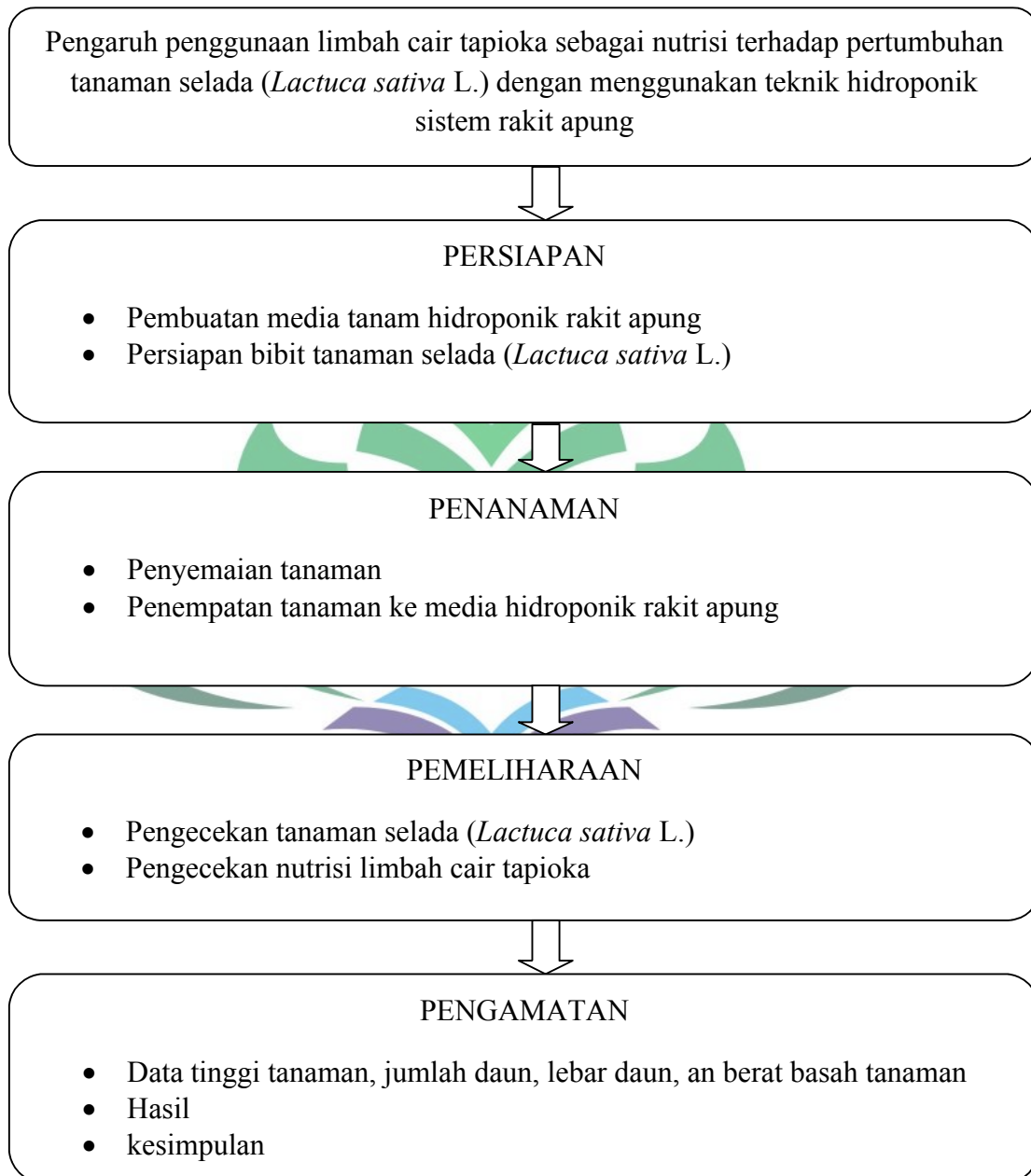
K2 = Konsentrasi 30% (3 Liter limbah cair tapioka)

K3 = Konsentrasi 40% (4 Liter limbah cair tapioka)

*jarak antar tanaman 15-20 cm

J. Alur Kerja Penelitian

Skema prosedur kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Alur Kerja Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Analisis Kimia Limbah Cair Tapioka

Berdasarkan hasil uji laboratorium analisis di Politeknik Negeri Lampung diperoleh data bahwa fermentasi 1 liter limbah cair tapioka memiliki kandungan pH yang asam yaitu 5,1. Kandungan C-Organik pada tabel adalah 1,65%, nitrogen sebanyak 0,77%, C/ N 2,14, fosfor 1,58%, dan Kalium 1,25%, kalsium 23,70 ppm, dan magnesium 27,97 ppm. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Fermentasi Limbah Cair Tapioka

| No | Parameter | Satuan | Hasil | SNI:19-7030-2004 |
|----|---------------------------|--------|-------|------------------|
| 1 | N (total) | % | 0,77 | >0,40% |
| 2 | Phosfor (P205) | % | 1,58 | >0,10% |
| 3 | Kalium (K ₂ O) | % | 1,25 | >0,20% |
| 4 | Kalsium (Ca) | ppm | 23,70 | < 0,60% |
| 5 | Magnesium (Mg) | ppm | 27,97 | < 25,50% |
| 6 | C-Organik | % | 1,65 | >9,80% |
| 7 | pH | - | 5,13 | 6,8-7,5 |

Kadar dalam ppm kebutuhan unsur hara makro pada tanaman selada hidroponik yaitu N= 250 ppm, P= 62 ppm, K= 300 ppm, Ca= 175 ppm, Mg= 62 ppm, S= 110 ppm, dan Fe = 5 ppm.¹Data yang diperoleh dari hasil analisis limbah cair tapioka

¹ Fitriyatno, Suparti, Sofyan Anif, “Uji Pupuk Organik Cair Limbah Pasar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) dengan Media Hidroponik”, (Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS)

menunjukkan bahwa kandungan nutrisi N,P, dan K sudah memenuhi SNI, adapun nutrisi yang lain belum mencapai standar kualitas SNI adalah Ca, Mg, C-Organik, dan pH.

2. Kandungan Unsur Hara Pupuk AB-mix

Nutrisi AB-mix mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang dapat diserap baik oleh tanaman. Kandungan nutrisi AB-mix terbagi menjadi dua formula yaitu formula A dan formula B. Kandungan unsur hara dari formula A dan formula B dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Formula A dan Nutrisi Formula B

| Formula | Bahan Kimia | Unsur | Hasil |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
| A | 1. Kalsium amonium nitrat, $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | Ca | 18,5% |
| | | N- NO_3 | 14,2% |
| | | N- NH_4 | 1,3% |
| | 2. Kalium nitrat, KNO_3 | K | 39% |
| | | N- NO_3 | 14% |
| | 3. Fe-kelat, Fe-EDTA | Fe | 13,2% |
| B | 1. Kalium dihidrofosfat, KH_2PO_4 | K | 28,7% |
| | | P | 22,8% |
| | 2. Amonium sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | N- NH_4 | 21% |
| | | S | 24% |
| | 3. Kalium sulfat, K_2SO_4 | K | 44,8% |
| | | S | 18,4% |
| | 4. Magnesium sulfat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | Mg | 9,7% |
| | | S | 13% |
| | 5. Mangan sulfat, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | Mn | 25% |
| | 6. Tembaga sulfat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | Cu | 26% |
| | 7. Seng sulfat, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | Zn | 23% |
| | 8. Asam Borat, H_3BO_3 | B | 18% |
| | 9. Amonium hepta-molibdat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | Mo | 50% |

Menurut Sutiyoso (2003) kandungan unsur hara pada nutrisi AB-mix sudah disesuaikan dengan konsentrasi unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan, nutrisi hidroponik berproduksi dengan baik tanpa terlihat defisiensi hara makro atau mikro maupun toksisitas pada sayuran daun.²

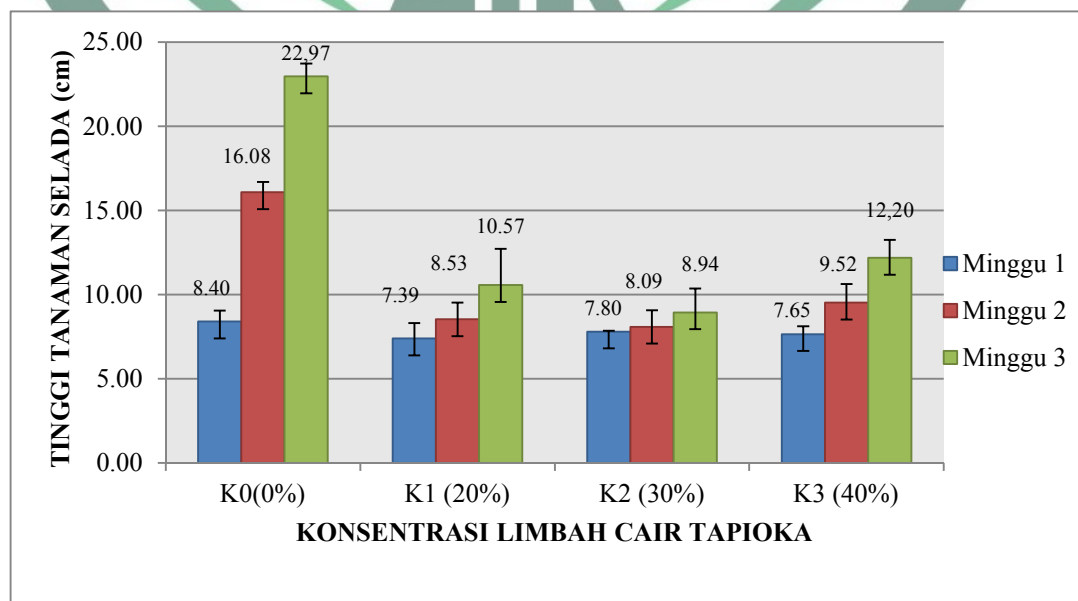
² Yos Sutiyoso, *Meramu Pupuk Hidroponik*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2003) h.58

3. Pertumbuhan Tanaman Selada

Hasil pengukuran disetiap parameter tanaman setelah diberikan limbah tapioka yang berbeda takarannya yaitu, K0= kontrol, K1=20%, K2=30%, dan K4=40% selama 3 minggu. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah tanaman selada. Pertumbuhan tanaman selada dihitung dengan menggunakan analisis *one way anova* dan uji LSD. Uji lanjut dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan anatar perlakuan terhadap parameter yang menunjukan respon yang berbeda nyata berdasarkan hasil analisis *one way Anova*. Berdasarkan hasil analisis kedua metode tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut :

3.1 Tinggi Tanaman

Diagram pertumbuhan tinggi tanaman selada dengan 4 perlakuan pada berbagai umur pengamatan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata Tinggi Tanaman Selada

Gambar 7 menunjukkan grafik perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman selada antar perlakuan disetiap minggu. Hasil analisis *SPSS 17 one way Anova* (Lampiran 2) pada minggu pertama menunjukkan bahwa pengaruh limbah cair tapioka tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman selada ($K=2,94 > 0,05$). Pada minggu kedua dan ketiga limbah cair tapioka sudah menunjukkan adanya pengaruh antar perlakuan dengan nilai K yang sama yaitu $K=0,0$ ($K < 0,05$). Selanjutnya, untuk mengetahui konsentrasi mana yang paling baik atau efektif maka dilanjutkan dengan uji LSD dengan taraf kepercayaan 5%. Tabel uji LSD terlihat pada Tabel 5 :

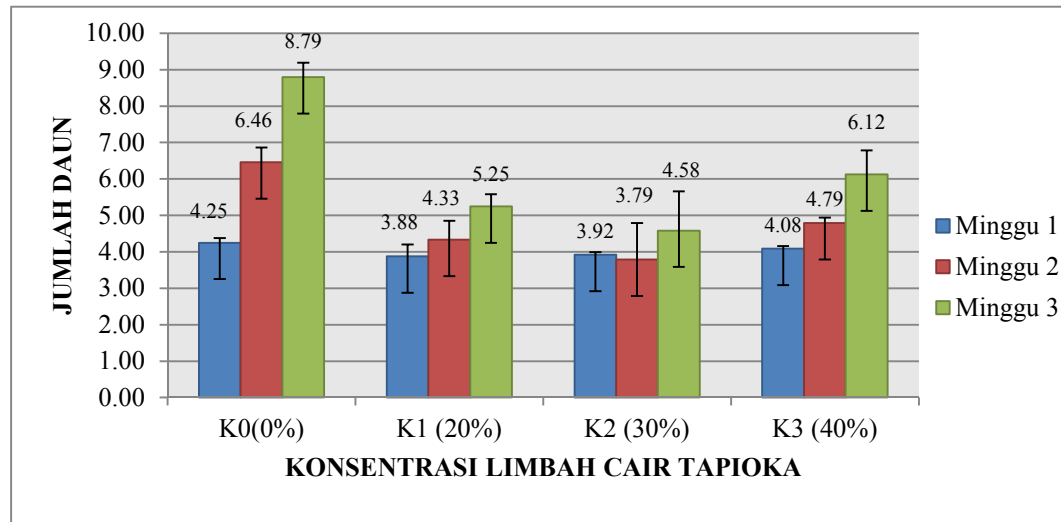
Tabel 5. Hasil Uji LSD Tinggi Tanaman Selada pada Taraf 5%

| Perlakuan | Waktu | | |
|-----------------|----------|--------------------|---------------------|
| | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 |
| K0 (Kontrol) | 8,39 | 16,07 ^a | 22,97 ^a |
| K1 (limbah 20%) | 7,39 | 8,52 ^b | 10,57 ^{bc} |
| K2 (limbah 30%) | 7,79 | 8,08 ^b | 8,94 ^b |
| K3 (limbah 40%) | 7,65 | 9,51 ^b | 12,20 ^c |

Keterangan: perlakuan yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata

Uji lanjut LSD taraf 5% (Tabel 5) pada minggu ketiga pertumbuhan tinggi tanaman selada menunjukkan bahwa perlakuan K0 menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi yaitu 22,97cm dimana perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Tingkat tertinggi pertumbuhan tinggi tanaman dengan menambahkan limbah cair tapioka pada perlakuan K3 yaitu sebesar 12,20cm. Perlakuan K3 berbeda nyata dengan K2 namun tidak berbeda nyata dengan K1. Pertumbuhan tinggi tanaman terendah diperoleh dari perlakuan K2 yaitu sebesar 8,49cm.

3.2 Jumlah Daun



Gambar 8. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Selada

Gambar diatas merupakan hasil pengukuran jumlah daun pada tanaman selada dengan perlakuan dosis yang berbeda. Grafik tersebut menunjukkan perbedaan jumlah daun antar perlakuan diberbagai umur tanaman. Berdasarkan analisis data (Lampiran 2) didapatkan hasil bahwa perlakuan pemberian limbah cair tapioka pada minggu pertama ($K=0,131$) belum memberikan pengaruh namun pada minggu kedua ($K=0,03$) dan minggu ketiga ($K=0,00$) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh terhadap pertambahan jumlah daun selada ($K<0,05$).

Tabel 6. Hasil Uji LSD Jumlah Daun pada Taraf 5%

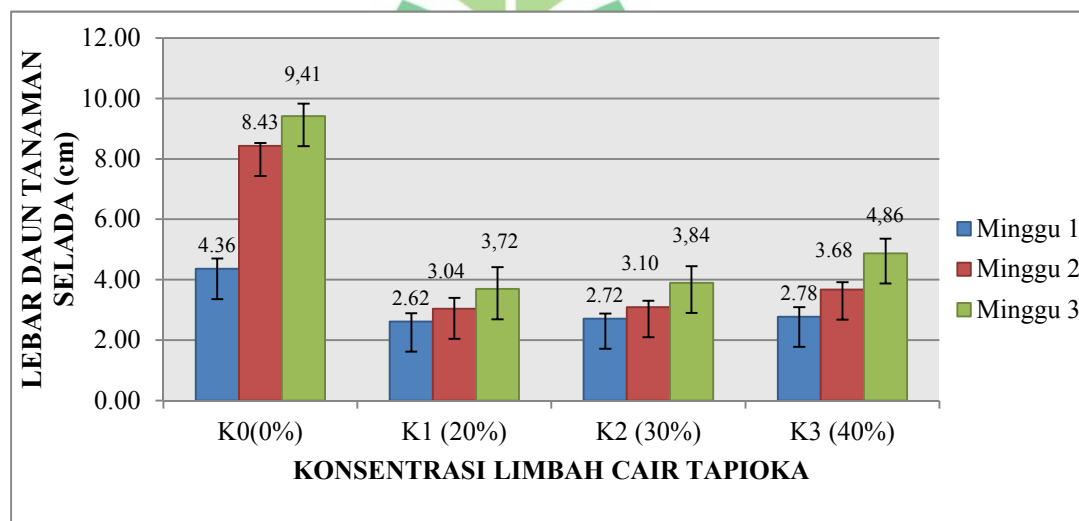
| Perlakuan | Waktu | | |
|----------------|----------|-------------------|--------------------|
| | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 |
| K0(kontrol) | 4,25 | 6,45 ^a | 8,79 ^a |
| K1(limbah 20%) | 3,87 | 4,33 ^b | 5,25 ^{bc} |
| K2(limbah 30%) | 3,91 | 3,79 ^b | 4,58 ^b |
| K3(limbah 40%) | 4,12 | 4,79 ^b | 6,12 ^c |

Keterangan: perlakuan yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata

Uji lanjut LSD taraf 5% (Tabel 6) pada minggu terakhir menunjukkan jumlah daun tanaman selada pada perlakuan K0 menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 8,79 dimana perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan limbah cair tapioka dengan pertumbuhan tertinggi pada perlakuan K3 yaitu sebesar 6,12 Jumlah daun tanaman selada terendah diperoleh dari perlakuan K2 limbah cair dengan konsentrasi 30% yaitu sebesar 4,58.

3.3 Lebar Daun Tanaman Selada

Diagram pertumbuhan lebar daun tanaman selada dengan 4 perlakuan pada berbagai umur pengamatan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rata-rata Lebar Daun Tanaman Selada

Berdasarkan analisis data didapatkan hasil bahwa perlakuan pemberian limbah cair tapioka pada minggu pertama, minggu kedua dan minggu ketiga menunjukkan adanya pengaruh terhadap pertumbuhan lebar daun selada. Pengaruh pada ketiga minggu memiliki hasil yang sama yaitu $K > 0,05$, untuk mengetahui konsentrasi mana yang paling baik atau efektif maka dilanjutkan dengan uji LSD dengan taraf kepercayaan 5%. Tabel uji LSD dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji LSD Lebar Daun Tanaman Selada pada Taraf 5%

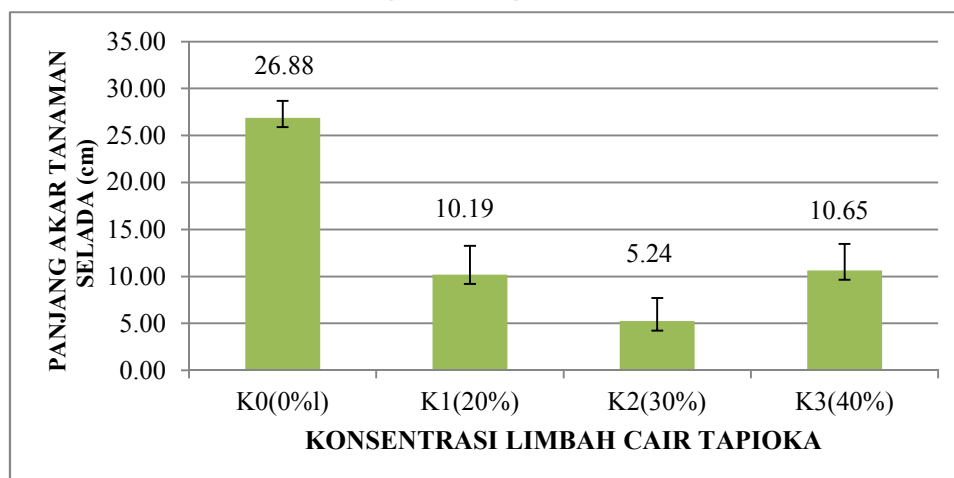
| Perlakuan | Waktu | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 |
| K0 (kontrol) | 4,36 ^a | 8,43 ^a | 9,41 ^a |
| K1 (20% limbah) | 2,61 ^a | 3,04 ^b | 3,72 ^b |
| K2 (30% limbah) | 2,71 ^a | 3,09 ^b | 3,84 ^{bc} |
| K3 (40% limbah) | 2,77 ^a | 3,68 ^c | 4,86 ^c |

Keterangan: perlakuan yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata

Uji lanjut LSD taraf 5% (Tabel 7) pada minggu terakhir menunjukkan lebar daun tanaman selada pada perlakuan K0 menghasilkan lebar daun tertinggi yaitu 9,41cm dimana perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan limbah cair tapioka dengan pertumbuhan lebar daun tertinggi pada perlakuan K3 yaitu sebesar 4,86cm. Lebar daun pada tanaman selada terendah diperoleh dari perlakuan K1 yaitu sebesar 3,72cm.

3.4 Panjang Akar Tanaman Selada

Diagram pertumbuhan panjang akar tanaman selada dengan 4 perlakuan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata Panjang Akar Tanaman Selada

Gambar diatas merupakan hasil pengukuran panjang akar pada tanaman selada dengan perlakuan dosis yang berbeda. Grafik tersebut menunjukkan perbedaan pertumbuhan panjang akar antar perlakuan. Hasil analisis data (Lampiran 2) diperoleh hasil bahwa perlakuan dengan penambahan limbah cair tapioka memberikan pengaruh pada pertumbuhan panjang akar tanaman selada. Rata-rata penambahan panjang akar tanaman selada berdasarkan uji LSD taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 8:

Tabel 8. Hasil Uji LSD Panjang Akar pada Taraf 5%

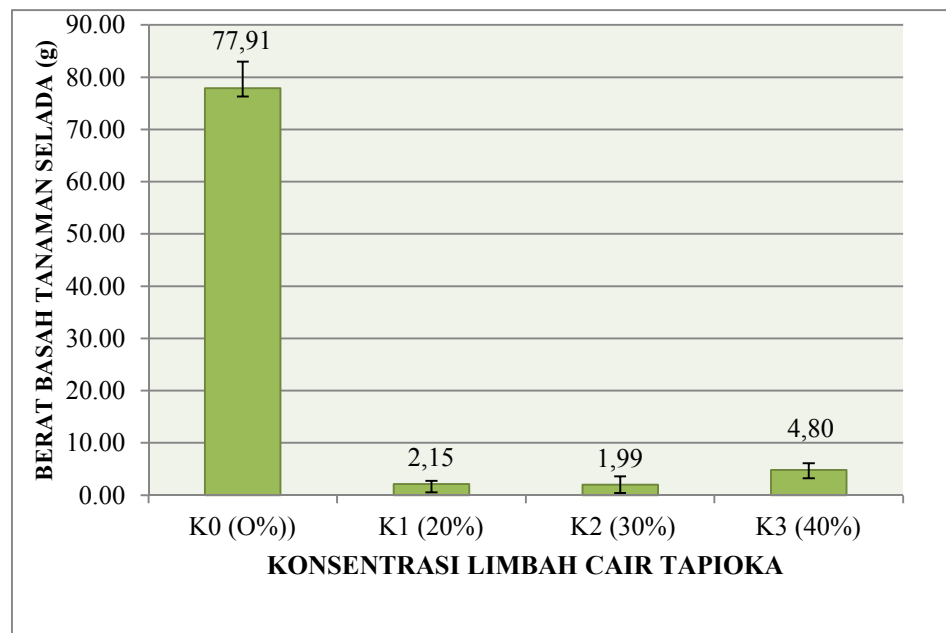
| No | Perlakuan | Rata-rata Panjang Akar |
|----|-----------------|------------------------|
| 1 | K0 (kontrol) | 26,88 ^a |
| 2 | K1 (20% limbah) | 10,19 ^b |
| 3 | K2(30% limbah) | 5,24 ^c |
| 4 | K3 (40% limbah) | 10,65 ^b |

Keterangan: perlakuan yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata

Uji lanjut LSD taraf 5% (Tabel 8) menunjukkan panjang akar tanaman selada pada perlakuan K0 menghasilkan panjang akar terpanjang yaitu 26,88cm dimana perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan limbah cair tapioka dengan pertumbuhan panjang akar terpanjang diperoleh pada perlakuan K3 yaitu sebesar 10,65cm. Panjang akar pada tanaman selada terendah diperoleh dari perlakuan K2 yaitu sebesar 5,24 cm dimana K2 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya.

3.5 Berat Basah Tanaman Selada

Diagram pertumbuhan berat basah tanaman selada dengan 4 perlakuan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rata-rata Berat Basah Tanaman Selada

Gambar 11. menunjukkan grafik perbedaan pertumbuhan berat basah tanaman selada. Berdasarkan hasil analisis data (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan limbah cair tapioka memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada. Rata-rata penambahan berat basah tanaman selada berdasarkan uji LSD taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji LSD Berat Basah pada Taraf 5%

| No | Perlakuan | Rata-rata Berat Basah |
|----|-----------------|-----------------------|
| 1 | K0 (kontrol) | 77,91 ^a |
| 2 | K1 (20% limbah) | 2,15 ^b |
| 3 | K2 (30% limbah) | 1,99 ^b |
| 4 | K3 (40% limbah) | 4,80 ^b |

Keterangan: perlakuan yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata

Uji lanjut LSD taraf 5% (Tabel 9) menunjukkan berat basah tanaman selada pada perlakuan K0 menghasilkan penambahan berat basah tertinggi yaitu

77,91g dimana perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan penambahan limbah cair tapioka dengan berat basah terberat diperoleh pada perlakuan K3 yaitu sebesar 4,80g., K3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan berat basah terendah diperoleh pada perlakuan K2 yaitu sebesar 1,99g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

B. Pembahasan

Analisis pertumbuhan tanaman selada dilakukan berdasarkan hasil fermentasi terlebih dahulu pada limbah cair tapioka sebelum dilakukan perlakuan dan penambahan air untuk ditempatkan pada masing-masing wadah hidroponik rakit apung. Dari hasil fermentasi limbah cair tapioka dengan tambahan EM4 selama 28 hari didapatkan cairan berwarna coklat, sedikit kental, aroma busuk namun ada sedikit aroma seperti gula. Aroma gula yang terkandung pada limbah cair tapioka berasal dari kandungan limbah tapioka yang masih banyak mengandung karbohidrat, protein dan gula. Pada jurnal Syervy (2013) menyatakan bahwa limbah tapioka masih banyak mengandung senyawa-senyawa gula seperti berupa sukrosa, glukosa, fruktosa, dekstran, galaktosa dan asam nitrat.³

Limbah yang telah difermentasi dicampur dengan air dan diendapkan dengan menggunakan *aerator* beberapa hari sebelum tanaman dipindahkan pada media hidroponik. Fungsi pengendapan air adalah agar tanaman selada tidak stres saat

³ Syervy Tanata, Mimi Richell Gunawan, Setiaty Pandia, “Pengaruh Komposisi Campuran Limbah Padat dan Cair Industri Tapioka Terhadap Persentase Penyisihan Total Suspended Solid (TSS) dengan Starter Kotoran Sapi”, (Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2, No.3, 2013) h. 8-9

dipindahkan dari media semai ke media tanam. Kadar pH pada fermentasi limbah yang bermula asam berubah menjadi basa saat penelitian dilaksanakan. Perubahan kadar pH dari asam menjadi basa diduga karena pengaruh berbagai faktor seperti media pada tanaman, bakteri, proses fotosintesis dan respirasi pada tanaman.⁴

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa perlakuan kontrol dengan nutrisi AB mix mendominasi hasil terbaik dari semua parameter, yaitu parameter tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang akar maupun berat basah tanaman selada. Hasil terbaik selanjutnya adalah perlakuan dengan fermentasi limbah cair sebanyak 40% (K3) di lanjutkan perlakuan 20% (K1) dan yang paling rendah adalah 30% (K2).

Pemberian nutrisi hidroponik pada perlakuan kontrol atau K0 (*AB-Mix*), sudah mengandung semua unsur hara yang dibutuhkan tanaman yang berupa hara makro N, P, K, Mg, Ca serta S maupun hara mikro Fe, Mn, Zn, B, Cu serta Mo. Adapun H, C serta O didapat dari udara serta air.⁵ Kandungan unsur hara yang lengkap ini memungkinkan tanaman tumbuh menjadi lebih baik daripada tanaman dengan perlakuan lainnya.

Pada fermentasi limbah cair tapioka tidak didapatkan komposisi unsur hara yang baik dan lengkap dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan nutrisi *AB-Mix*. Kandungan Ca, Mg, dan C-Organik yang dihasilkan dari nutrisi limbah cair tapioka yang masih tergolong rendah. Rendahnya kandungan unsur hara pada limbah cair

⁴ Dian Pancawati, Andik Yulianto, "Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur PHNutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)". Jurnal Nasional Teknik Electro, Vol. 5 No.2 ISSN: 2302-2949 (Juli 2010), h.279.

⁵ Ari Sutrisno, Evie Ratnasari, Herlina Fitrihidajati, "Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 sebagai Alternatif Nutrisi Hidroponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (*Brassica juncea* var. *Tosakan*)". jurnal lentera bio, Vol.4 No. 1 UNS ISSN : 2252-3929, (Januari 2014), h. 61.

tapioka dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman selada. Kandungan C-Organik pada fermentasi limbah cair tapioka yaitu 1,165% sedangkan untuk memenuhi standar nutrisi pupuk cair organik berdasarkan SNI 19-0730-2004 kandungan C-organik dari limbah cair tapioka masih tergolong rendah. Standar SNI untuk standar kualitas kompos adalah 9,80-32,00%.⁶ Rendahnya unsur C-Organik diduga karena selama fermentasi berlangsung adanya bakteri yang mengalami kematian dan bakteri yang mengalami kematian ini akhirnya tidak mendegradasi senyawa organik.⁷ Rendahnya kandungan C-Organik dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman selada menjadi tidak optimal.

1. Tinggi Tanaman

Analisis statistika menunjukkan bahwa tinggi tanaman selada pada perlakuan penambahan fermentasi limbah cair tapioka dengan perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh nyata. Tinggi tanaman selada minggu ke-3 pada perlakuan K0 yaitu sebesar 22,97cm., perlakuan K1= 10,57cm., K2=8,94cm., dan K3= 12,20cm. Perbedaan konsentrasi limbah cair tapioka yang diberikan menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang berbeda pula.

Berdasarkan Gambar 7 grafik rata-rata tinggi tanaman selada pada umur 3 minggu menunjukkan perbedaan yang nyata akibat pemberian limbah cair tapioka. Tanaman yang paling tinggi dengan pemberian limbah cair tapioka yaitu

⁶ SNI 19-7030-2004

⁷ Rizki Yunia Cesaria, Ruslan Wirosodarmo., Bambang Suharto. “Pengaruh Penggunaan Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair”. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Vol. 1 No.2, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawiay, (Malang, 2014). h. 12

pada perlakuan K3 dengan konsentrasi limbah 40% yaitu sebesar 22,97cm. Pertambahan tinggi tanaman pada pertumbuhan selada dengan nutrisi limbah cair tapioka diduga karena kandungan unsur nitrogen sebesar 0,77% yang dikategorikan tinggi terkandung didalam limbah cair tapioka hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman selada.

Kandungan unsur nitrogen yang tergolong tinggi pada fermentasi limbah cair tapioka disebabkan berdasarkan hasil analisis pH yang terkandung didalam fermentasi limbah cair tapioka cenderung asam. Pada jurnal Cesaria (2014) menyatakan bahwa pH yang bersifat asam dapat meningkatkan kandungan nitrogen.⁸ Kandungan unsur nitrogen pada fermentasi limbah cair tapioka berasal dari pembusukan protein dari bahan-bahan organik yang terkandung pada limbah cair tapioka.⁹ Unsur nitrogen berfungsi untuk pertumbuhan vegetatif pada tanaman yaitu dapat memperbesar, mempertinggi dan menghijaukan tanaman.¹⁰

Hasil pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman selada pada 4 perlakuan, perlakuan K0 menunjukan pertumbuhan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Pertumbuhan tinggi pada perlakuan K0 memiliki batang selada yang besar dan berwarna hijau dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Batang selada pada perlakuan ini dikelilingi daun dengan tangkai yang lebar dan memanjang. Sedangkan

⁸ *Ibid.* h. 12

⁹ Zaitun, M. Sri Saeni, Tun Tedja Irawadi, dan H.M.H. Bintoro Djoefrie, “*Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka Sebagai Pupuk Cair pada tanaman Sayuran*”. Jurnal Gakuryoku Fakultas Pertanian IPB, Vol. VII No. 2, (Tb. 2001), h. 22

¹⁰ Purwadaksi Rahmat, *Bertanam Hidroponik Gak Pake Masalah* (Jakarta: PT Agromedia Pustaka, 2015) h. 45

pada ketiga perlakuan dengan tambahan nutrisi limbah cair tapioka batang pada tanaman selada berbentuk kurus dan sebagian menjadi kerdil.

Penyimpangan pertumbuhan tanaman selada dengan nutrisi limbah cair tapioka terjadi karena pada saat penelitian berlangsung sifat pH cenderung basa hal ini menyebabkan kandungan nitrogen yang terkandung pada nutrisi limbah cair tapioka menurun. Tingginya pH yang bersifat basa menyebabkan kandungan nitrogen menurun.¹¹ Unsur yang paling penting dalam pertumbuhan tanaman adalah unsur N karena unsur nitrogen berperan dalam pertumbuhan keseluruhan tanaman.¹²

Kekurangan unsur N pada tanaman dapat menyebabkan daun berwarna kekuningan, pucat, pertumbuhan menjadi kurus, dan terhambat.¹³ Tanaman yang kekurangan unsur hara N akan menurunkan produksi tanaman dan membuat pertumbuhan tanaman menjadi lambat, kerdil, dan lemah.¹⁴ Hal ini bisa menyebabkan tanaman selada dengan nutrisi limbah cair tapioka tumbuh tidak maksimal.

2. Jumlah Daun

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan penambahan limbah cair tapioka terhadap jumlah daun tanaman selada berpengaruh nyata pada taraf 5%. Perbedaan konsentrasi limbah cair tapioka yang diberikan menghasilkan jumlah daun tanaman

¹¹ Rizki Yunia Cesaria, Ruslan Wirosoedarmo., Bambang Suharto. *Loc. Cit.* h.12

¹² Fitriana Hamli, Iskandar M. Lapanjang, dan Ramal Yusuf, “*Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair*”, (eJ. Agrotekbis 3 (3) : 290-296, juni 2015 ISSN : 2338-3011) h. 640.

¹³ Purwadaksi Rahmat, *Loc. Cit.* h. 46

¹⁴ Yos Sutiyoso, *Loc. Cit.* h.3

yang berbeda pula. K0 mendominasi jumlah daun terbaik pada tanaman saat umur 2 dan 3 minggu. Berdasarkan Tabel 6 Hasil uji LSD jumlah daun tanaman selada pada umur 3 minggu menunjukkan perbedaan yang nyata akibat pemberian limbah cair tapioka.

Tanaman pada perlakuan K3 dengan konsentrasi limbah 40% memiliki daun relatif lebih banyak, hal ini diduga dipengaruhi oleh kandungan nitrogen pada fermentasi limbah cair tapioka pada konsentrasi 40% lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi limbah cair lainnya. Unsur hara yang berperan pada pertumbuhan vegetatif tanaman yang ditunjukkan dengan pertambahan panjang terutama pada daun dan batang adalah nitrogen.¹⁵

Pada perlakuan K0 dapat dilihat perbedaan nyata dengan perlakuan lainnya. Daun pada perlakuan K0 berwarna hijau muda segar sedangkan pada perlakuan limbah cair tapioka dari beberapa daun relatif berwarna hijau kekuningan dan hampir mengering. Hal ini diduga karena kepekatan larutan nutrisi pada limbah cair tapioka lebih kecil dibandingkan dengan nutrisi pada perlakuan kontrol. Kepekatan nutrisi pada setiap perlakuan saat pengamatan dilakukan dapat dilihat pada Lampiran 1 halaman 60. Pada saat penelitian berlangsung curah hujan sangat tinggi hampir setiap sore terjadi hujan dan air hujan menyusup masuk kedalam *green house* mengakibatkan plastik atap *green house* tidak kuat menampung genangan air hujan.

¹⁵ Fitriana Hamli, Iskandar M. Lapanjang, dan Ramal Yusuf, “Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam Dan Konsentras Pupuk Organik Cair”, (eJ. Agrotekbis 3 (3) : 290-296 ISSN : 2338-3011, (juni 2015) h. 295.

Air hujan menetes masuk kedalam instalasi pengairan hidroponik dan bercampur dengan larutan nutrisi sehingga mengubah kepekatan larutan nutrisi mengakibatkan unsur hara pada nutrisi berkurang. Kepekatan larutan nutrisi berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, semakin pekat larutan semakin kaya unsur hara.¹⁶ Jika tanaman kekurangan unsur hara maka pertumbuhan tanaman akan abnormal.

3. Lebar Daun

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan penambahan limbah cair tapioka berpengaruh pada lebar daun tanaman selada pada saat umur 2 minggu dan 3 minggu. Perbedaan konsentrasi limbah cair tapioka yang diberikan menghasilkan jumlah daun tanaman yang berbeda pula. Perlakuan yang mengalami pertumbuhan lebar daun paling baik dengan nutrisi limbah cair tapioka adalah perlakuan dengan konsentrasi 40% yaitu dengan rata-rata pertumbuhan 4,86cm. Pertambahan lebar daun disebabkan oleh meristem yang menghasilkan sejumlah sel baru.

Unsur hara utama yang sangat mempengaruhi lebar daun adalah unsur N, P, dan K. Hasil analisis pada kandungan limbah cair tapioka unsur N, P, dan K sudah cukup memenuhi SNI standar kualitas kompos. Hal ini dikuatkan oleh Salisbury dan Ross (1995) yang menyatakan bahwa pertambahan jumlah daun dan lebar daun disebabkan oleh meristem yang menghasilkan sejumlah sel baru, hal ini dipengaruhi oleh hormon

¹⁶ Heru Agus Hendra Agus Handoko, *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Pak Tani Hydrofarm* (Jakarta: Agromedia, 2014), h.102

untuk pengaturan pertumbuhan, air untuk turgiditas sel jaringan daun dan jumlah unsur hara N,P, dan K.¹⁷

Perlakuan kontrol sangat berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dimana pada perlakuan kontrol daun selada memiliki tangkai daun yang lebar dan relatif luas serta memiliki daun yang segar. Sedangkan pada perlakuan dengan nutrisi limbah cair pada tanaman selada, daun selada cenderung mudah layu dan busuk serta daun selada berwarna hijau agak kekuningan. Hal ini diduga karena kadar pH yang basa pada nutrisi limbah cair tapioka mempengaruhi pertumbuhan lebar daun pada tanaman selada. Tingkat keasaman pH untuk tanaman selada agar dapat tumbuh dengan baik adalah berkisar 5,5-6,5.¹⁸

pH berpengaruh pada ketersediaan unsur hara pada media tumbuh. pH terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengakibatkan beberapa unsur mengendap sehingga tidak dapat terserap baik oleh akar dan akibatnya tanaman mengalami defisiensi unsur hara terkait. Jika ketersediaan unsur hara esensial kurang dari jumlah yang dibutuhkan tanaman, maka tanaman akan terganggu metabolismenya. Ganggunya metabolisme pada tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi menyimpang dan tanaman tumbuh tidak optimal.¹⁹

¹⁷ Frank B Salisbury dan Cleon W Rps, *Fisiologi Tumbuhan, Jilid 3*, (ITB Bandung, 1995), h. 7

¹⁸ Purwadaksi Rahmat, *Loc. Cit*, h. 63

¹⁹ Fatma Prita Adelia, Koesroharti, Sunaryo, "Pengaruh Penambahan Unsur Hara mikro (Fe dan Cu) dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung", *jurnal Produksi Tanaman* Vol.1 No.3 ISSN: 2338-3976, (Juli 2013) h.56.

4. Panjang Akar

Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan dengan penambahan limbah cair tapioka. Perbedaan konsentrasi limbah cair tapioka yang diberikan dapat menghasilkan perbedaan panjang akar. Berdasarkan Tabel 8 hasil uji LSD rata-rata panjang akar tanaman selada pada minggu ke-3 menunjukkan perbedaan yang nyata akibat pemberian limbah cair tapioka.

Perlakuan yang mengalami pertumbuhan panjang akar paling baik dengan nutrisi limbah cair tapioka adalah K3 perlakuan dengan konsentrasi 40% limbah yaitu dengan rata-rata pertumbuhan 10,65cm. Pertumbuhan panjang akar karena dipengaruhi oleh unsur hara Phosfat (P) sebesar 1,58% yang terkandung didalam fermentasi limbah cair tapioka. Hal ini diperkuat oleh jurnal Siregar (2015) yang menyatakan bahwa pemberian phofat yang cukup menjadikan perakaran tanaman akan bertambah banyak dan panjang sehingga akan meningkatkan keefektifan penyerapan unsur hara.²⁰

Perlakuan dengan penambahan limbah cair tapioka sangat berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dimana perlakuan kontrol memiliki perakaran yang sangat banyak tumbuh menyebar. Sedangkan pada perlakuan dengan nutrisi limbah cair akar tumbuh relatif sedikit dan tidak memanjang.

²⁰ Jureni Siregar, Sugeng Triyono, dan Diding Suhandi, “Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik Pada Selada (*Lactuca sativa* L.) Dengan Teknologi Hidroponik Sistem Rakit Apung (THST) Termodifikasi”, Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol, 4 No. 1 : 65-72 ,(Januari 2015), h. 69

5. Berat Basah

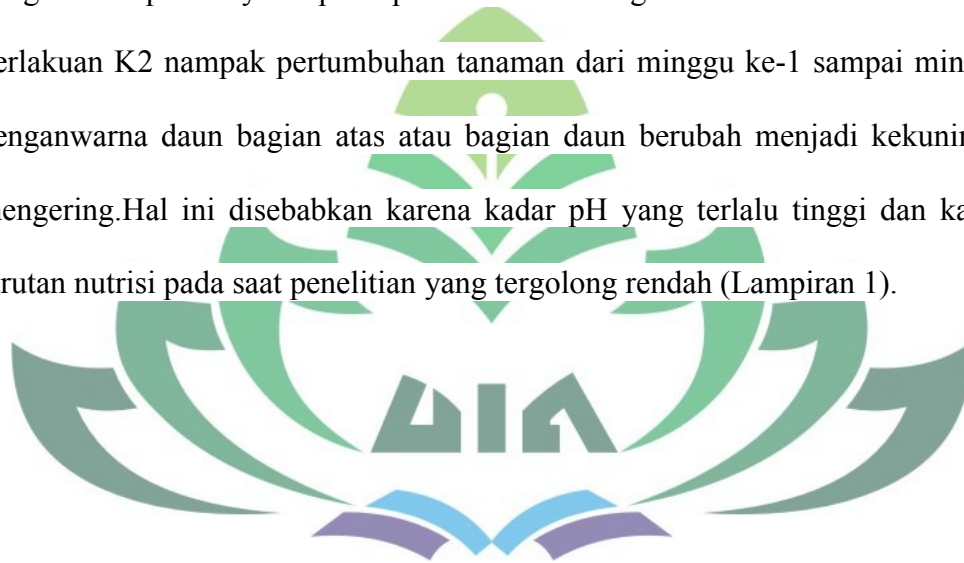
Hasil uji LSD taraf 5% pada Tabel 9 menunjukkan bahwa berat basah tanaman selada dengan limbah cair tapioka tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi sangat berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan kontrol tanaman selada memiliki jumlah daun dan lebar daun yang relatif besar, hal ini yang dapat mempengaruhi tanaman selada pada perlakuan kontrol lebih berat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada jurnal El-vivo oleh Veranica (2015) menyatakan bahwa daun tempat terjadinya fotosintesis, jika fotosintesis berjalan dengan baik maka fotosintant yang dihasilkan juga banyak yang nantinya digunakan untuk pembentukan organ dan jaringan dalam tanaman misalnya daun dan batang sehingga berat basah tanaman semakin besar.²¹

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tanaman selada dengan perlakuan limbah cair tapioka tanaman selada tumbuh tidak optimal seperti pada perlakuan kontrol yang menggunakan nutrisi AB-mix. Rata-rata berat basah tanaman selada pada perlakuan kontrol sebesar 77,91g sedangkan berat basah terbaik pada nutrisi limbah cair tapioka pada perlakuan K3 sebesar 4,80g. Pada tanaman selada dengan menggunakan nutrisi limbah cair tapioka pertumbuhan tanaman menjadi kurus, daun berwarna hijau kekuningan kemudian ada yang sampai mengering, namun tidak semua tanaman menjadi kuning dan kering hanya beberapa tanaman dari

²¹ Veranica In Haryanto, Supriyono, dan samanhudi, “Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tepung Aren Dan Mikroorganisme Lokal Sebagai Larutan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bay Kailan (*Brassica oleracea*) Dengan Sistem Hidroponik”, Jurnal EL-VIVO Vol.3, No.2, , ISSN: 2339-1901, (September 2015), h. 78

perlakuan. Dampak dari pertumbuhan yang kurang sempurna, berat basah tumbuhan selada menjadi sangat rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dengan menggunakan nutrisi *AB-Mix*

Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi perlakuan limbah pada setiap parameter yang diamati perlakuan K3 dengan konsentrasi limbah sebanyak 40% menunjukkan pertumbuhan terbaik dari perlakuan lainnya. Sedangkan pertumbuhan yang tidak optimal yaitu pada perlakuan K2 dengan konsentrasi limbah 30%. Pada perlakuan K2 nampak pertumbuhan tanaman dari minggu ke-1 sampai minggu ke-3 dengan warna daun bagian atas atau bagian daun berubah menjadi kekuningan dan mengering. Hal ini disebabkan karena kadar pH yang terlalu tinggi dan kandungan larutan nutrisi pada saat penelitian yang tergolong rendah (Lampiran 1).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada namun tidak efektif untuk dijadikan nutrisi dalam teknik budidaya hidroponik.
2. Perlakuan dengan konsentrasi 40% limbah cair tapioka memberikan pengaruh terbaik terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah pada tanaman selada.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan :

1. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian pada pengukuran terhadap pH air saat penelitian berlangsung, karena pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman.
2. Pada budi daya sistem hidroponik harus dilakukan di ruangan tertutup atau *green house* yang memadai.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan penambahan unsur hara dan konsentrasi lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin Ishaq Al-Sheikh. "*Tafsir Ibnu Katsir Jilid 7*". (Jakarta : Pustaka Imam asy-Syafi'i).h. 64.
- Aris Sutrisno, Evie Ratnasari dan Herliana Fitrihidayati. *Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 Sebagai Alternatif Nutrisi Hidroponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (Brassica juncea var. Tosakan)*. Jurnal Lentera Bio UNESA, Vol.4, No.1, ISSN: 2252-3979, Januari 2015
- Budiyo. *Statistik Untuk Penelitian*. Surakarta: Sebelas Maret University Press, 2004.
- Departemen Agama RI. *Al-Aliyy Alquran dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2005.
- Dedy Aprizal. "*Potensi Pemanfaatan Limbah di Industri Tapioka Rakyat Terpadu*." Tesis Program Studi Magister Teknologi Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 2011.
- Dian Pancawati, Andik Yulianto. "*Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur PH Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)*". Jurnal Nasional Teknik Electro, Vol. 5 No.2 ISSN: 2302-2949, Juli 2010.
- Fatma Prita Adelia, Koesroharti, Sunaryo. "*Pengaruh Penambahan Unsur Hara mikro (Fe dan Cu) dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung*". jurnal Produksi Tanaman Vol.1 No.3 ISSN: 2338-3976, Juli 2013
- Fitiriana Hamli, Iskandar M. Lapanjang dan Ramal Yusuf.. *Respon Tanaman Sawi (Brasica juncea L.) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair*. Jurnal Agrotekbis Fakultas Universitas Tadulaku Palu, Vol. 3, No.3, ISSN: 2338-3011, Juni 2015.
- Fitriyatno, Suparti dan Sofyan Anif. *Uji Pupuk Organik Cair Limbah Pasar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) dengan Media Hidroponik*. Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Frank B Salisbury dan Cleon W Rps. *Fisiologi Tumbuhan, Jilid 3*. ITB Bandung, 1995

Harjono.Y. 2013.”*Lampung Penghasil Ubi Kayu Terbesar di Tanah Air*”. (On-line)
[Http:// Lampung Penghasil Ubi Kayu Terbesar di Tanah Air Kompas.com.htm](http://LampungPenghasilUbiKayuTerbesardiTanahAirKompas.com.htm). (Diakses pada 8 april 2016. Pukul 07.30. WIB.)

Hendro Sunarjono. *Bertanam 36 Jenis Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2015.

Hendro Wibowo. *Panduan Terlengkap Hidroponik Bertanam Tanpa Media Tanah*. Yogyakarta: Flash Book, 2015.

Heru Agus Hendra, dan Agus Handoko. *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Pak Tani Hydrofarm*. Jakarta: Agro Media, 2014.

Jureni Siregar, Sugeng Triono dan Diding Suhandy. *Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik pada Selada (Lactuca Sativa L.) dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termodifikasi*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, Vol. 4, No. 1, Maret 2015.

Katalog BPS : 9201015.18. “*Perkembangan Indikator Makro Sosial Ekonomi Provinsi Lampung Triwulan IV Tahun 2014*”. Badan Statistik Provinsi Lampung. 2014.

Kemas Ali Hanafiah. *Rancangan Percobaan*. Palembang: PT Raja Grafindo Persada, 2002.

Kementrian Agama RI. *Al-Quran dan Terjemahannya Majeeda*. PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2013.

Heni Widyawati. *Cara Mudah Bertanam 29 Jenis Sayur dalam Pot*. Yogyakarta: Lily Publisher, 2015.

M. Subandi, Nella Purnama Salam dan Budy Frasetya. *Penaruh Berbagai Maca Nilai EC (Electrical Conductivity Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (Amaranthus SP.) pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (Floating Hydroponic System)*. Jurnal Agroteknologi UIN Sunan Gunung Jati Bandung, Vol. IX, No. 2, ISSN 1979-8911, Juli 2015.

Maulida, R. *Peningkatan Fosfat Larut dengan berbagai Campuran Limbah Cair Industri Tapioka dan Asam Sulfat pada Waktu Inkubasi Berbeda*. Bandar Lampung: Skripsi Universitas Lampung, 2014.

Nugraheni Widyawati. *Cara Mudah Bertanam 29 Jenis Sayur dalam Pot*. Yogyakarta: Lily Publisher, 2015

Ratna Indrawati, Didik Indradewa dan Sri Nurhayati Hidayah Utami. *Pengaruh Komposisi Media dan Kadar Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada.

Purwadasi Rahmat. *Bertanam Hidroponik*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka, 2015

Prayitno. H. T. *Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, Semarang: Tesis, Universitas Diponegoro. 2008.

Rizki Yunia Cesaria, Ruslan Wirosedarmo dan Bambang Suharto. *Pengaruh Penggunaan Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair*. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Vol. 1, Fakultas Teknologi Pertanian Brawijaya, Malang, 2014.

Sahat M Sibarani. *Analisis Sistem Irigasi Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Pada Budidaya Tanaman Selada (Lactuca sativa L)*. Skripsi Fakultas Biologi USU, Medan, 2006.

Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. Bandung: Alfabeta, 2010.

Syervy Tanata, Mimi Richell Gunawan dan Setiaty Pandia. *Pengaruh Komposisi Campuran Limbah Padat dan Cair Industri Tapioka Terhadap Persentase Penyisihan Total Suspended Solid (TSS) dengan Starter Kotoran Sapi*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol.2 No.3, Medan, 2013.

Team Dosen Biologi IAIN Raden Intan Lampung. *Pembuatan Hidroponik Sederhana*. Worksheet Praktikum Pendidikan Biologi IAIN, Lampung, 2015.

Veranica In Hayanto, Supriyono dan Samanhudin. *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tepung Aren dan Mikroorganisme Lokal Sebagai Larutan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Baby Kaila (Brassica Oleracea) dengan Hidroponik*. Jurnal EL-VIVO Pasca UNS, Vol. 3, No. 2, ISSN: 2339-1901, September 2015.

Yos Sutiyoso, *Meramu Pupuk Hidroponik*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2003.

Zaitun, et.al. *Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka Sebagai Pupuk Cair pada Tanaman Sayuran*. Jurnal Program Pengolahan Sumber Daya Alam dan Lingkungan IPB Vol. VII No. 2. Bogor, 2001.

LAMPIRAN 1

DATA HASIL RATA-RATA TANAMAN

A. Rata-Rata Tinggi Tanaman

| No | perlakuan | Waktu | | | |
|----|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Minggu ke-0 | Minggu ke-1 | Minggu ke-2 | Minggu ke-3 |
| 1 | U1K0 | 6,24 | 7,65 | 15,38 | 22,13 |
| 2 | U2K0 | 6,26 | 8,69 | 16,36 | 23,65 |
| 3 | U3K0 | 6,24 | 8,86 | 16,49 | 23,11 |
| 4 | U1K1 | 7,15 | 8,21 | 9,21 | 11,98 |
| 5 | U2K1 | 5,68 | 6,41 | 7,39 | 8,09 |
| 6 | U3K1 | 6,11 | 7,56 | 8,98 | 11,64 |
| 7 | U1K2 | 6,51 | 7,85 | 7,48 | 7,73 |
| 8 | U2K2 | 6,88 | 7,78 | 9,21 | 10,50 |
| 9 | U3K2 | 6,20 | 7,76 | 7,58 | 8,60 |
| 10 | U1K3 | 7,25 | 7,99 | 10,65 | 13,19 |
| 11 | U2K3 | 6,96 | 7,85 | 9,46 | 12,32 |
| 12 | U3K3 | 6,04 | 7,11 | 8,44 | 11,04 |

B. Rata-rata Jumlah Daun

| No | perlakuan | Waktu | | | |
|----|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Minggu ke-0 | Minggu ke-1 | Minggu ke-2 | Minggu ke-3 |
| 1 | U1K0 | 3,00 | 4,25 | 6,63 | 8,50 |
| 2 | U2K0 | 2,88 | 4,13 | 6,00 | 9,25 |
| 3 | U3K0 | 3,00 | 4,38 | 6,75 | 8,63 |
| 4 | U1K1 | 2,88 | 4,13 | 4,50 | 5,63 |
| 5 | U2K1 | 2,50 | 3,50 | 3,75 | 5,13 |
| 6 | U3K1 | 2,88 | 4,00 | 4,75 | 5,00 |
| 7 | U1K2 | 2,88 | 4,00 | 3,88 | 4,38 |
| 8 | U2K2 | 2,75 | 3,88 | 4,75 | 5,75 |
| 9 | U3K2 | 2,88 | 3,88 | 2,75 | 3,63 |
| 10 | U1K3 | 2,88 | 4,13 | 4,88 | 6,63 |
| 11 | U2K3 | 3,00 | 4,00 | 4,63 | 6,38 |
| 12 | U3K3 | 2,62 | 4,25 | 4,88 | 5,38 |

C. Rata-Rata Lebar Daun
Lebar Daun ke-4

| No | perlakuan | Waktu | | |
|----|-----------|-------------|-------------|-------------|
| | | Minggu ke-1 | Minggu ke-2 | Minggu ke-3 |
| 1 | U1K0 | 4,54 | 8,33 | 9,29 |
| 2 | U2K0 | 3,98 | 8,44 | 9,09 |
| 3 | U3K0 | 4,58 | 8,53 | 9,88 |
| 4 | U1K1 | 2,76 | 3,15 | 4,50 |
| 5 | U2K1 | 2,30 | 2,64 | 3,19 |
| 6 | U3K1 | 2,79 | 3,34 | 3,48 |
| 7 | U1K2 | 2,58 | 2,98 | 3,19 |
| 8 | U2K2 | 2,67 | 3,34 | 4,46 |
| 9 | U3K2 | 2,90 | 2,96 | 3,87 |
| 10 | U1K3 | 2,90 | 3,61 | 4,61 |
| 11 | U2K3 | 3,01 | 3,95 | 5,44 |
| 12 | U3K3 | 2,43 | 3,48 | 4,51 |

D. Data Rata-Rata Panjang Akar Tanaman

| No | Perlakuan | Rata-rata |
|----|-----------|-----------|
| 1 | U1K0 | 26,54 |
| 2 | U2K0 | 25,26 |
| 3 | U3K0 | 28,85 |
| 4 | U1K1 | 10,09 |
| 5 | U2K1 | 7,19 |
| 6 | U3K1 | 13,31 |
| 7 | U1K2 | 5,50 |
| 8 | U2K2 | 7,58 |
| 9 | U3K3 | 2,65 |
| 10 | U1K3 | 13,50 |
| 11 | U2K3 | 7,91 |
| 12 | U3K3 | 10,54 |

E. Rata-rata Berat Basah Tanaman Selada

| No | Perlakuan | Rata-rata |
|----|-----------|-----------|
| 1 | U1K0 | 82,50 |
| 2 | U2K0 | 72,50 |
| 3 | U3K0 | 78,75 |
| 4 | U1K1 | 2,55 |
| 5 | U2K1 | 1,48 |
| 6 | U3K1 | 2,44 |
| 7 | U1K2 | 0,99 |
| 8 | U2K2 | 3,85 |
| 9 | U3K3 | 1,16 |
| 10 | U1K3 | 5,91 |
| 11 | U2K3 | 5,15 |
| 12 | U3K3 | 3,37 |

F. Rata-Rata PH Nutrisi

| No | perlakuan | Rata-rata | | | |
|----|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Minggu ke-1 | Minggu ke-2 | Minggu ke-3 | Minggu ke-4 |
| 1 | U1K0 | 6,72 | 6,77 | 6,37 | 6,45 |
| 2 | U2K0 | 6,60 | 6,78 | 6,35 | 5,65 |
| 3 | U3K0 | 6,74 | 6,66 | 6,25 | 5,70 |
| 4 | U1K1 | 7,23 | 8,32 | 8,75 | 8,88 |
| 5 | U2K1 | 5,49 | 8,54 | 8,87 | 8,89 |
| 6 | U3K1 | 6,43 | 8,14 | 8,67 | 8,89 |
| 7 | U1K2 | 6,48 | 8,46 | 8,87 | 9,07 |
| 8 | U2K2 | 6,45 | 8,43 | 8,85 | 9,03 |
| 9 | U3K2 | 6,32 | 8,22 | 8,22 | 8,70 |
| 10 | U1K3 | 5,44 | 8,29 | 8,86 | 8,90 |
| 11 | U2K3 | 6,18 | 8,32 | 8,82 | 8,99 |
| 12 | U3K3 | 5,46 | 8,22 | 8,35 | 8,81 |

G. Rata-rata ppm Nutrisi

| No | perlakuan | Rata-rata | | | |
|----|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Minggu ke-1 | Minggu ke-2 | Minggu ke-3 | Minggu ke-4 |
| 1 | U1K0 | 1138 | 1112 | 1110 | 736 |
| 2 | U2K0 | 1142 | 1135 | 1112 | 937 |
| 3 | U3K0 | 1145 | 1130 | 1106 | 1100 |
| 4 | U1K1 | 485 | 425 | 420 | 345 |
| 5 | U2K1 | 509 | 400 | 393 | 315 |
| 6 | U3K1 | 475 | 410 | 285 | 211 |
| 7 | U1K2 | 625 | 470 | 463 | 385 |
| 8 | U2K2 | 612 | 496 | 485 | 311 |
| 9 | U3K2 | 514 | 440 | 117 | 88 |
| 10 | U1K3 | 690 | 537 | 526 | 203 |
| 11 | U2K3 | 706 | 562 | 554 | 367 |
| 12 | U3K3 | 675 | 550 | 540 | 314 |



LAMPIRAN 2

1. Hasil Analisis Tinggi Tanaman

a. Tinggi Tanaman Minggu Ke-1

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|---------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| tinggi tanaman | konsentrasi kontrol | .337 | 3 | . | .854 | 3 | .252 |
| | 20% limbah | .239 | 3 | . | .975 | 3 | .698 |
| | 30% limbah | .337 | 3 | . | .855 | 3 | .253 |
| | 40% limbah | .331 | 3 | . | .865 | 3 | .280 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 7.65 | 8.86 | 8.3992 | .65451 |
| 20% | 3 | 6.41 | 8.21 | 7.3942 | .91262 |
| 30% | 3 | 7.76 | 7.85 | 7.7958 | .04732 |
| 40% | 3 | 7.11 | 7.99 | 7.6500 | .47054 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

tinggi tanaman

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 8.3992 | .65451 | .37788 | 6.7733 | 10.0250 | 7.65 | 8.86 |
| 20% limbah | 3 | 7.3942 | .91262 | .52690 | 5.1271 | 9.6612 | 6.41 | 8.21 |
| 30% limbah | 3 | 7.7958 | .04732 | .02732 | 7.6783 | 7.9134 | 7.76 | 7.85 |
| 40% limbah | 3 | 7.6500 | .47054 | .27167 | 6.4811 | 8.8189 | 7.11 | 7.99 |
| Total | 12 | 7.8098 | .64718 | .18683 | 7.3986 | 8.2210 | 6.41 | 8.86 |

Test of Homogeneity of Variances

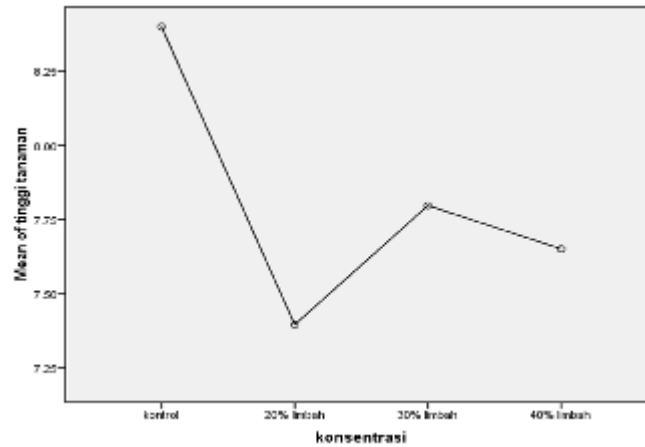
tinggi tanaman

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3.091 | 3 | 8 | .090 |

ANOVA

tinggi tanaman

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 1.638 | 3 | .546 | 1.470 | .294 |
| Within Groups | 2.970 | 8 | .371 | | |
| Total | 4.607 | 11 | | | |



b. Tinggi Tanaman Minggu Ke-2

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | Df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| tinggi tanaman | kontrol | .348 | 3 | . | .833 | 3 | .196 |
| | 20% limbah | .342 | 3 | . | .846 | 3 | .229 |
| | 30% limbah | .367 | 3 | . | .793 | 3 | .098 |
| | 40% limbah | .186 | 3 | . | .998 | 3 | .919 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|---------|----------------|
| Kontrol | 3 | 15.38 | 16.49 | 16.0750 | .60943 |
| 20% | 3 | 7.39 | 9.21 | 8.5250 | .99224 |
| 30% | 3 | 7.48 | 9.21 | 8.0875 | .97556 |
| 40% | 3 | 8.44 | 10.65 | 9.5167 | 1.10724 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

tinggi tanaman

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Kontrol | 3 | 16.0750 | .60943 | .35186 | 14.5611 | 17.5889 | 15.38 | 16.49 |
| 20% limbah | 3 | 8.5250 | .99224 | .57287 | 6.0602 | 10.9898 | 7.39 | 9.21 |
| 30% limbah | 3 | 8.0875 | .97556 | .56324 | 5.6641 | 10.5109 | 7.48 | 9.21 |
| 40% limbah | 3 | 9.5167 | 1.10724 | .63927 | 6.7661 | 12.2672 | 8.44 | 10.65 |
| Total | 12 | 10.5510 | 3.46857 | 1.00129 | 8.3472 | 12.7549 | 7.39 | 16.49 |

Test of Homogeneity of Variances

tinggi tanaman

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .386 | 3 | 8 | .766 |

ANOVA

tinggi tanaman

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 125.274 | 3 | 41.758 | 47.269 | .000 |
| Within Groups | 7.067 | 8 | .883 | | |
| Total | 132.341 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

tinggi tanaman

LSD

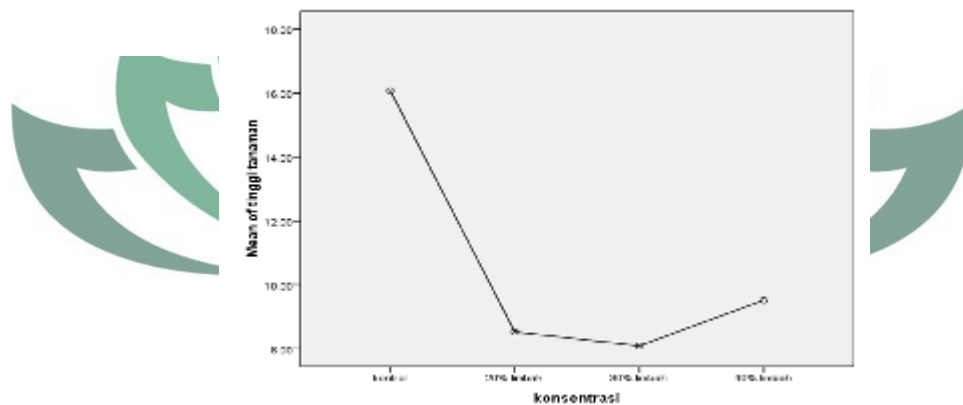
| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Kontrol | 20% limbah | 7.55000 [*] | .76742 | .000 | 5.7803 | 9.3197 |
| | 30% limbah | 7.98750 [*] | .76742 | .000 | 6.2178 | 9.7572 |
| | 40% limbah | 6.55833 [*] | .76742 | .000 | 4.7886 | 8.3280 |
| 20% limbah | kontrol | -7.55000 [*] | .76742 | .000 | -9.3197 | -5.7803 |
| | 30% limbah | .43750 | .76742 | .584 | -1.3322 | 2.2072 |
| | 40% limbah | -.99167 | .76742 | .232 | -2.7614 | .7780 |
| 30% limbah | kontrol | -7.98750 [*] | .76742 | .000 | -9.7572 | -6.2178 |
| | 20% limbah | -.43750 | .76742 | .584 | -2.2072 | 1.3322 |
| | 40% limbah | -1.42917 | .76742 | .100 | -3.1989 | .3405 |
| 40% limbah | Kontrol | -6.55833 [*] | .76742 | .000 | -8.3280 | -4.7886 |
| | 20% limbah | .99167 | .76742 | .232 | -.7780 | 2.7614 |
| | 30% limbah | 1.42917 | .76742 | .100 | -.3405 | 3.1989 |

Multiple Comparisons

tinggi tanaman
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Kontrol | 20% limbah | 7.55000 [*] | .76742 | .000 | 5.7803 | 9.3197 |
| | 30% limbah | 7.98750 [*] | .76742 | .000 | 6.2178 | 9.7572 |
| | 40% limbah | 6.55833 [*] | .76742 | .000 | 4.7886 | 8.3280 |
| 20% limbah | kontrol | -7.55000 [*] | .76742 | .000 | -9.3197 | -5.7803 |
| | 30% limbah | .43750 | .76742 | .584 | -1.3322 | 2.2072 |
| | 40% limbah | -.99167 | .76742 | .232 | -2.7614 | .7780 |
| 30% limbah | kontrol | -7.98750 [*] | .76742 | .000 | -9.7572 | -6.2178 |
| | 20% limbah | -.43750 | .76742 | .584 | -2.2072 | 1.3322 |
| | 40% limbah | -1.42917 | .76742 | .100 | -3.1989 | .3405 |
| 40% limbah | Kontrol | -6.55833 [*] | .76742 | .000 | -8.3280 | -4.7886 |
| | 20% limbah | .99167 | .76742 | .232 | -.7780 | 2.7614 |
| | 30% limbah | 1.42917 | .76742 | .100 | -.3405 | 3.1989 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



c. Tinggi Tanaman Minggu Ke-3

Tests of Normality

| Konsentrasi | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| tinggi tanaman | Kontrol | .243 | 3 | . | .972 | 3 | .681 |
| | 20% limbah | .357 | 3 | . | .815 | 3 | .150 |
| | 30% limbah | .262 | 3 | . | .957 | 3 | .599 |
| | 40% limbah | .218 | 3 | . | .988 | 3 | .788 |

Tests of Normality

| Konsentrasi | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| tinggi tanaman | Kontrol | .243 | 3 | . | .972 | 3 | .681 |
| | 20% limbah | .357 | 3 | . | .815 | 3 | .150 |
| | 30% limbah | .262 | 3 | . | .957 | 3 | .599 |
| | 40% limbah | .218 | 3 | . | .988 | 3 | .788 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|---------|----------------|
| Kontrol | 3 | 22.13 | 23.65 | 22.9617 | .77325 |
| 20% | 3 | 8.09 | 11.98 | 10.5667 | 2.15364 |
| 30% | 3 | 7.73 | 10.50 | 8.9417 | 1.41870 |
| 40% | 3 | 11.04 | 13.19 | 12.1817 | 1.08165 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

tinggi tanaman

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Kontrol | 3 | 22.9617 | .77325 | .44643 | 21.0408 | 24.8825 | 22.13 | 23.65 |
| 20% limbah | 3 | 10.5667 | 2.15364 | 1.24341 | 5.2167 | 15.9166 | 8.09 | 11.98 |
| 30% limbah | 3 | 8.9417 | 1.41870 | .81909 | 5.4174 | 12.4659 | 7.73 | 10.50 |
| 40% limbah | 3 | 12.1817 | 1.08165 | .62449 | 9.4947 | 14.8686 | 11.04 | 13.19 |
| Total | 12 | 13.6629 | 5.86555 | 1.69324 | 9.9361 | 17.3897 | 7.73 | 23.65 |

Test of Homogeneity of Variances

tinggi tanaman

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.994 | 3 | 8 | .194 |

ANOVA

tinggi tanaman

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 361.613 | 3 | 120.538 | 57.271 | .000 |
| Within Groups | 16.838 | 8 | 2.105 | | |
| Total | 378.451 | 11 | | | |

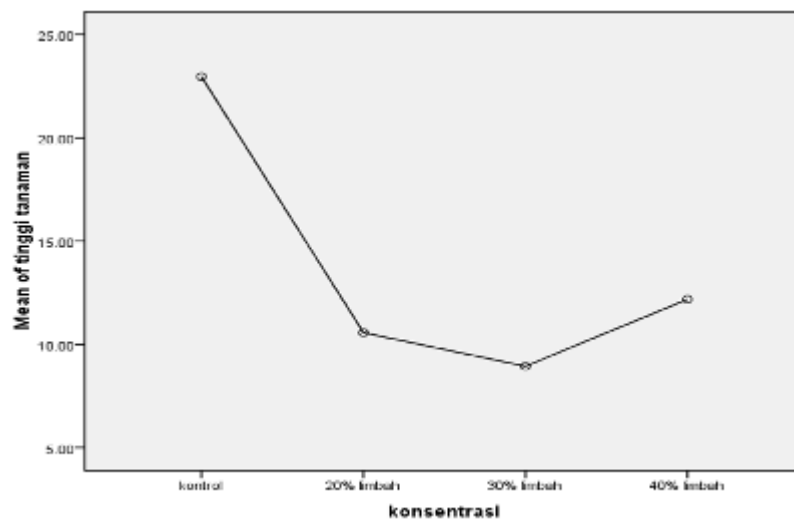
Multiple Comparisons

tinggi tanaman

LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Kontrol | 20% limbah | 12.39500* | 1.18454 | .000 | 9.6635 | 15.1265 |
| | 30% limbah | 14.02000* | 1.18454 | .000 | 11.2885 | 16.7515 |
| | 40% limbah | 10.78000* | 1.18454 | .000 | 8.0485 | 13.5115 |
| 20% limbah | Kontrol | -12.39500* | 1.18454 | .000 | -15.1265 | -9.6635 |
| | 30% limbah | 1.62500 | 1.18454 | .207 | -1.1065 | 4.3565 |
| | 40% limbah | -1.61500 | 1.18454 | .210 | -4.3465 | 1.1165 |
| 30% limbah | Kontrol | -14.02000* | 1.18454 | .000 | -16.7515 | -11.2885 |
| | 20% limbah | -1.62500 | 1.18454 | .207 | -4.3565 | 1.1065 |
| | 40% limbah | -3.24000* | 1.18454 | .026 | -5.9715 | -.5085 |
| 40% limbah | Kontrol | -10.78000* | 1.18454 | .000 | -13.5115 | -8.0485 |
| | 20% limbah | 1.61500 | 1.18454 | .210 | -1.1165 | 4.3465 |
| | 30% limbah | 3.24000* | 1.18454 | .026 | .5085 | 5.9715 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



2. Hasil Analisi Jumlah Daun

a) Minggu Ke-1

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| jumlah daun selada | konsentrasi kontrol | .175 | 3 | . | 1.000 | 3 | 1.000 |
| | 20% limbah | .311 | 3 | . | .897 | 3 | .376 |
| | 30% limbah | .373 | 3 | . | .780 | 3 | .067 |
| | 40% limbah | .175 | 3 | . | 1.000 | 3 | 1.000 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 4.13 | 4.38 | 4.2500 | .12500 |
| 20% | 3 | 3.50 | 4.13 | 3.8767 | .33262 |
| 30% | 3 | 3.88 | 4.00 | 3.9183 | .07077 |
| 40% | 3 | 4.00 | 4.25 | 4.1250 | .12500 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

jumlah daun selada

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 4.2500 | .12500 | .07217 | 3.9395 | 4.5605 | 4.13 | 4.38 |
| 20% limbah | 3 | 3.8767 | .33262 | .19204 | 3.0504 | 4.7029 | 3.50 | 4.13 |
| 30% limbah | 3 | 3.9183 | .07077 | .04086 | 3.7425 | 4.0941 | 3.88 | 4.00 |
| 40% limbah | 3 | 4.1250 | .12500 | .07217 | 3.8145 | 4.4355 | 4.00 | 4.25 |
| Total | 12 | 4.0425 | .22806 | .06584 | 3.8976 | 4.1874 | 3.50 | 4.38 |

Test of Homogeneity of Variances

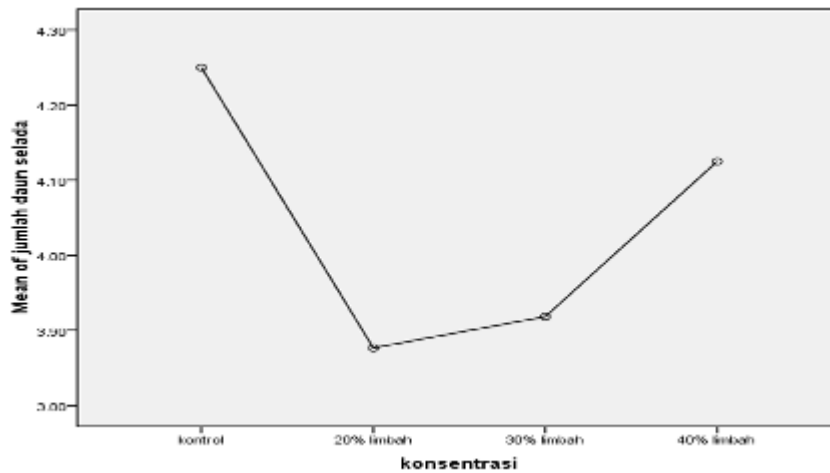
jumlah daun selada

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3.576 | 3 | 8 | .066 |

ANOVA

jumlah daun selada

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | .278 | 3 | .093 | 2.527 | .131 |
| Within Groups | .294 | 8 | .037 | | |
| Total | .572 | 11 | | | |



b) Minggu ke-2

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| jumlah daun selada | kontrol | .328 | 3 | . | .871 | 3 | .298 |
| | 20% limbah | .292 | 3 | . | .923 | 3 | .463 |
| | 30% limbah | .200 | 3 | . | .995 | 3 | .862 |
| | 40% limbah | .379 | 3 | . | .765 | 3 | .033 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 6.00 | 6.75 | 6.4583 | .40182 |
| 20% | 3 | 3.75 | 4.75 | 4.3333 | .52042 |
| 30% | 3 | 2.75 | 4.75 | 3.7917 | 1.00260 |
| 40% | 3 | 4.63 | 4.88 | 4.7933 | .14580 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

jumlah daun selada

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 6.4583 | .40182 | .23199 | 5.4602 | 7.4565 | 6.00 | 6.75 |
| 20% limbah | 3 | 4.3333 | .52042 | .30046 | 3.0405 | 5.6261 | 3.75 | 4.75 |
| 30% limbah | 3 | 3.7917 | 1.00260 | .57885 | 1.3011 | 6.2823 | 2.75 | 4.75 |
| 40% limbah | 3 | 4.7933 | .14580 | .08418 | 4.4311 | 5.1555 | 4.63 | 4.88 |
| Total | 12 | 4.8442 | 1.16182 | .33539 | 4.1060 | 5.5823 | 2.75 | 6.75 |

Test of Homogeneity of Variances

jumlah daun selada

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2.015 | 3 | 8 | .190 |

ANOVA

jumlah daun selada

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 11.930 | 3 | 3.977 | 10.905 | .003 |
| Within Groups | 2.918 | 8 | .365 | | |
| Total | 14.848 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

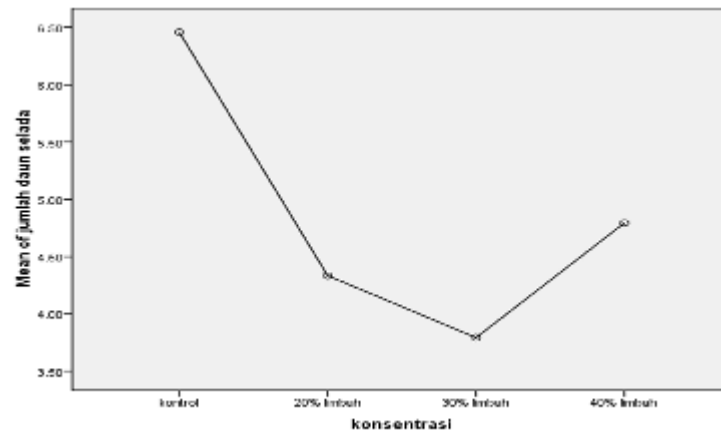
jumlah daun selada

LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 2.12500* | .49308 | .003 | .9880 | 3.2620 |
| | 30% limbah | 2.66667* | .49308 | .001 | 1.5296 | 3.8037 |
| | 40% limbah | 1.66500* | .49308 | .010 | .5280 | 2.8020 |
| 20% limbah | kontrol | -2.12500* | .49308 | .003 | -3.2620 | -.9880 |
| | 30% limbah | .54167 | .49308 | .304 | -.5954 | 1.6787 |
| | 40% limbah | -.46000 | .49308 | .378 | -1.5970 | .6770 |
| 30% limbah | kontrol | -2.66667* | .49308 | .001 | -3.8037 | -1.5296 |
| | 20% limbah | -.54167 | .49308 | .304 | -1.6787 | .5954 |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|--------|------|---------|--------|
| | 40% limbah | -1.00167 | .49308 | .077 | -2.1387 | .1354 |
| 40% limbah | kontrol | -1.66500* | .49308 | .010 | -2.8020 | -.5280 |
| | 20% limbah | .46000 | .49308 | .378 | -.6770 | 1.5970 |
| | 30% limbah | 1.00167 | .49308 | .077 | -.1354 | 2.1387 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



c) Minggu Ke-3

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| jumlah daun selada | kontrol | .328 | 3 | . | .871 | 3 | .298 |
| | 20% limbah | .314 | 3 | . | .893 | 3 | .363 |
| | 30% limbah | .243 | 3 | . | .972 | 3 | .679 |
| | 40% limbah | .314 | 3 | . | .893 | 3 | .363 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 8.50 | 9.25 | 8.7917 | .40182 |
| 20% | 3 | 5.00 | 5.63 | 5.2500 | .33072 |
| 30% | 3 | 3.63 | 5.75 | 4.5833 | 1.07771 |
| 40% | 3 | 5.38 | 6.63 | 6.1250 | .66144 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

jumlah daun selada

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 8.7917 | .40182 | .23199 | 7.7935 | 9.7898 | 8.50 | 9.25 |
| 20% limbah | 3 | 5.2500 | .33072 | .19094 | 4.4284 | 6.0716 | 5.00 | 5.63 |
| 30% limbah | 3 | 4.5833 | 1.07771 | .62222 | 1.9062 | 7.2605 | 3.63 | 5.75 |
| 40% limbah | 3 | 6.1250 | .66144 | .38188 | 4.4819 | 7.7681 | 5.38 | 6.63 |
| Total | 12 | 6.1875 | 1.76977 | .51089 | 5.0630 | 7.3120 | 3.63 | 9.25 |

Test of Homogeneity of Variances

jumlah daun selada

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.929 | 3 | 8 | .203 |

ANOVA

jumlah daun selada

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 30.714 | 3 | 10.238 | 21.902 | .000 |
| Within Groups | 3.740 | 8 | .467 | | |
| Total | 34.453 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

jumlah daun selada
LSD

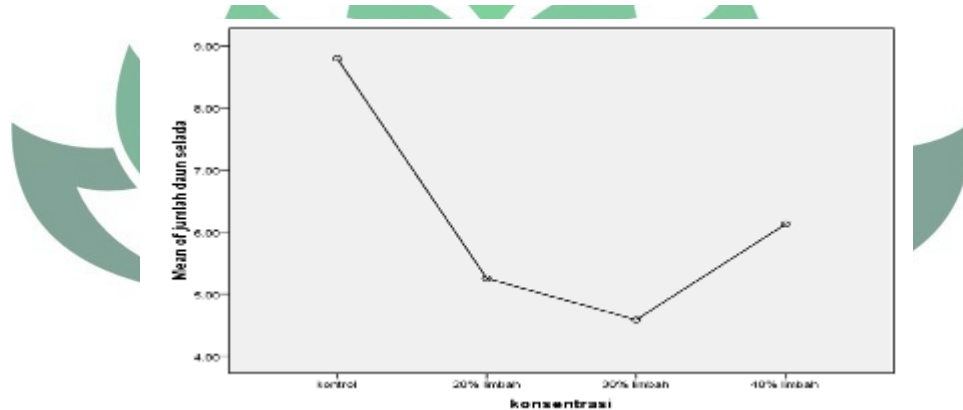
| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 3.54167 [*] | .55824 | .000 | 2.2544 | 4.8290 |
| | 30% limbah | 4.20833 [*] | .55824 | .000 | 2.9210 | 5.4956 |
| | 40% limbah | 2.66667 [*] | .55824 | .001 | 1.3794 | 3.9540 |
| 20% limbah | kontrol | -3.54167 [*] | .55824 | .000 | -4.8290 | -2.2544 |
| | 30% limbah | .66667 | .55824 | .267 | -.6206 | 1.9540 |
| | 40% limbah | -.87500 | .55824 | .156 | -2.1623 | .4123 |
| 30% limbah | kontrol | -4.20833 [*] | .55824 | .000 | -5.4956 | -2.9210 |
| | 20% limbah | -.66667 | .55824 | .267 | -1.9540 | .6206 |
| | 40% limbah | -1.54167 [*] | .55824 | .025 | -2.8290 | -.2544 |
| 40% limbah | kontrol | -2.66667 [*] | .55824 | .001 | -3.9540 | -1.3794 |
| | 20% limbah | .87500 | .55824 | .156 | -.4123 | 2.1623 |
| | 30% limbah | 1.54167 [*] | .55824 | .025 | .2544 | 2.8290 |

Multiple Comparisons

jumlah daun selada
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 3.54167 [*] | .55824 | .000 | 2.2544 | 4.8290 |
| | 30% limbah | 4.20833 [*] | .55824 | .000 | 2.9210 | 5.4956 |
| | 40% limbah | 2.66667 [*] | .55824 | .001 | 1.3794 | 3.9540 |
| 20% limbah | kontrol | -3.54167 [*] | .55824 | .000 | -4.8290 | -2.2544 |
| | 30% limbah | .66667 | .55824 | .267 | -.6206 | 1.9540 |
| | 40% limbah | -.87500 | .55824 | .156 | -2.1623 | .4123 |
| 30% limbah | kontrol | -4.20833 [*] | .55824 | .000 | -5.4956 | -2.9210 |
| | 20% limbah | -.66667 | .55824 | .267 | -1.9540 | .6206 |
| | 40% limbah | -1.54167 [*] | .55824 | .025 | -2.8290 | -.2544 |
| 40% limbah | kontrol | -2.66667 [*] | .55824 | .001 | -3.9540 | -1.3794 |
| | 20% limbah | .87500 | .55824 | .156 | -.4123 | 2.1623 |
| | 30% limbah | 1.54167 [*] | .55824 | .025 | .2544 | 2.8290 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



3. Hasil Analisis Lebar Daun

a. Lebar Daun Minggu Ke-1

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| lebar daun ke 4 | kontrol | .365 | 3 | . | .797 | 3 | .107 |
| | 20% limbah | .369 | 3 | . | .788 | 3 | .087 |
| | 30% limbah | .271 | 3 | . | .948 | 3 | .559 |
| | 40% limbah | .317 | 3 | . | .887 | 3 | .346 |

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| lebar daun ke 4 | kontrol | .365 | 3 | . | .797 | 3 | .107 |
| | 20% limbah | .369 | 3 | . | .788 | 3 | .087 |
| | 30% limbah | .271 | 3 | . | .948 | 3 | .559 |
| | 40% limbah | .317 | 3 | . | .887 | 3 | .346 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 3.98 | 4.58 | 4.3625 | .33611 |
| 20% | 3 | 2.30 | 2.79 | 2.6167 | .27453 |
| 30% | 3 | 2.58 | 2.90 | 2.7155 | .16692 |
| 40% | 3 | 2.43 | 3.01 | 2.7792 | .31183 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

lebar daun ke 4

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 4.3625 | .33611 | .19405 | 3.5276 | 5.1974 | 3.98 | 4.58 |
| 20% limbah | 3 | 2.6167 | .27453 | .15850 | 1.9347 | 3.2986 | 2.30 | 2.79 |
| 30% limbah | 3 | 2.7155 | .16692 | .09637 | 2.3008 | 3.1301 | 2.58 | 2.90 |
| 40% limbah | 3 | 2.7792 | .31183 | .18004 | 2.0045 | 3.5538 | 2.43 | 3.01 |
| Total | 12 | 3.1184 | .78958 | .22793 | 2.6168 | 3.6201 | 2.30 | 4.58 |

Test of Homogeneity of Variances

lebar daun ke 4

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.051 | 3 | 8 | .422 |

ANOVA

lebar daun ke 4

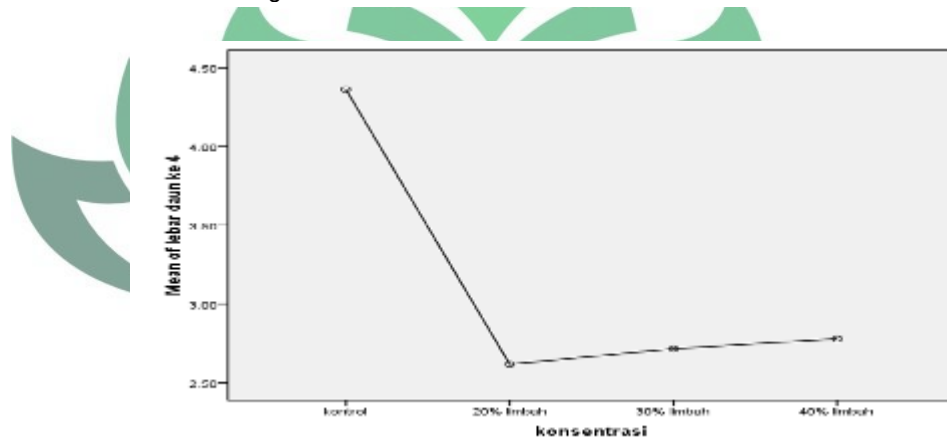
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 6.231 | 3 | 2.077 | 26.506 | .000 |
| Within Groups | .627 | 8 | .078 | | |
| Total | 6.858 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

lebar daun ke 4
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 1.74583 [*] | .22856 | .000 | 1.2188 | 2.2729 |
| | 30% limbah | 1.64703 [*] | .22856 | .000 | 1.1200 | 2.1741 |
| | 40% limbah | 1.58333 [*] | .22856 | .000 | 1.0563 | 2.1104 |
| 20% limbah | kontrol | -1.74583 [*] | .22856 | .000 | -2.2729 | -1.2188 |
| | 30% limbah | -.09880 | .22856 | .677 | -.6259 | .4283 |
| | 40% limbah | -.16250 | .22856 | .497 | -.6896 | .3646 |
| 30% limbah | kontrol | -1.64703 [*] | .22856 | .000 | -2.1741 | -1.1200 |
| | 20% limbah | .09880 | .22856 | .677 | -.4283 | .6259 |
| | 40% limbah | -.06370 | .22856 | .788 | -.5908 | .4634 |
| 40% limbah | kontrol | -1.58333 [*] | .22856 | .000 | -2.1104 | -1.0563 |
| | 20% limbah | .16250 | .22856 | .497 | -.3646 | .6896 |
| | 30% limbah | .06370 | .22856 | .788 | -.4634 | .5908 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



b. Lebar Daun Minggu Ke-2

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| lebar daun ke 4 | kontrol | .200 | 3 | . | .995 | 3 | .862 |
| | 20% limbah | .284 | 3 | . | .933 | 3 | .500 |
| | 30% limbah | .373 | 3 | . | .780 | 3 | .067 |
| | 40% limbah | .274 | 3 | . | .944 | 3 | .545 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 8.33 | 8.53 | 8.4292 | .10026 |
| 20% | 3 | 2.64 | 3.34 | 3.0417 | .36236 |
| 30% | 3 | 2.96 | 3.34 | 3.0917 | .21519 |
| 40% | 3 | 3.48 | 3.95 | 3.6792 | .24442 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

lebar daun ke 4

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 8.4292 | .10026 | .05789 | 8.1801 | 8.6782 | 8.33 | 8.53 |
| 20% limbah | 3 | 3.0417 | .36236 | .20921 | 2.1415 | 3.9418 | 2.64 | 3.34 |
| 30% limbah | 3 | 3.0917 | .21519 | .12424 | 2.5571 | 3.6262 | 2.96 | 3.34 |
| 40% limbah | 3 | 3.6792 | .24442 | .14111 | 3.0720 | 4.2863 | 3.48 | 3.95 |
| Total | 12 | 4.5604 | 2.35715 | .68045 | 3.0628 | 6.0581 | 2.64 | 8.53 |

Test of Homogeneity of Variances

lebar daun ke 4

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.951 | 3 | 8 | .200 |

ANOVA

lebar daun ke 4

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 60.623 | 3 | 20.208 | 326.718 | .000 |
| Within Groups | .495 | 8 | .062 | | |
| Total | 61.118 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

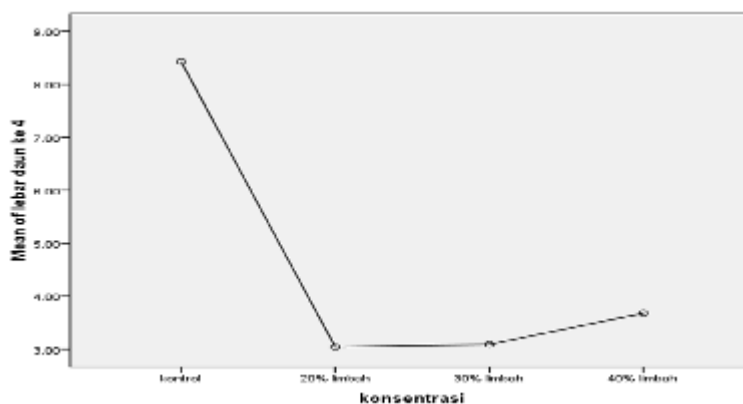
lebar daun ke 4

LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 5.38750 [*] | .20306 | .000 | 4.9192 | 5.8558 |
| | 30% limbah | 5.33750 [*] | .20306 | .000 | 4.8692 | 5.8058 |
| | 40% limbah | 4.75000 [*] | .20306 | .000 | 4.2817 | 5.2183 |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------------|--------|------|---------|---------|
| 20% limbah | kontrol | -5.38750 [*] | .20306 | .000 | -5.8558 | -4.9192 |
| | 30% limbah | -.05000 | .20306 | .812 | -.5183 | .4183 |
| | 40% limbah | -.63750 [*] | .20306 | .014 | -1.1058 | -.1692 |
| 30% limbah | kontrol | -5.33750 [*] | .20306 | .000 | -5.8058 | -4.8692 |
| | 20% limbah | .05000 | .20306 | .812 | -.4183 | .5183 |
| | 40% limbah | -.58750 [*] | .20306 | .020 | -1.0558 | -.1192 |
| 40% limbah | kontrol | -4.75000 [*] | .20306 | .000 | -5.2183 | -4.2817 |
| | 20% limbah | .63750 [*] | .20306 | .014 | .1692 | 1.1058 |
| | 30% limbah | .58750 [*] | .20306 | .020 | .1192 | 1.0558 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



c. Lebar Daun Minggu ke-3

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| lebar daun ke 4 | kontrol | .290 | 3 | . | .925 | 3 | .471 |
| | 20% limbah | .305 | 3 | . | .905 | 3 | .403 |
| | 30% limbah | .184 | 3 | . | .999 | 3 | .929 |
| | 40% limbah | .350 | 3 | . | .830 | 3 | .189 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|--------|----------------|
| kontrol | 3 | 9.09 | 9.88 | 9.4167 | .40933 |
| 20% | 3 | 3.19 | 4.50 | 3.7202 | .69062 |
| 30% | 3 | 3.19 | 4.46 | 3.8392 | .63755 |
| 40% | 3 | 4.51 | 5.44 | 4.8553 | .50667 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

lebar daun ke 4

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 9.4167 | .40933 | .23633 | 8.3998 | 10.4335 | 9.09 | 9.88 |
| 20% limbah | 3 | 3.7202 | .69062 | .39873 | 2.0046 | 5.4358 | 3.19 | 4.50 |
| 30% limbah | 3 | 3.8392 | .63755 | .36809 | 2.2554 | 5.4229 | 3.19 | 4.46 |
| 40% limbah | 3 | 4.8553 | .50667 | .29253 | 3.5967 | 6.1139 | 4.51 | 5.44 |
| Total | 12 | 5.4578 | 2.47973 | .71584 | 3.8823 | 7.0334 | 3.19 | 9.88 |

Test of Homogeneity of Variances

lebar daun ke 4

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .378 | 3 | 8 | .771 |

ANOVA

lebar daun ke 4

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 65.024 | 3 | 21.675 | 66.300 | .000 |
| Within Groups | 2.615 | 8 | .327 | | |
| Total | 67.640 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

lebar daun ke 4

LSD

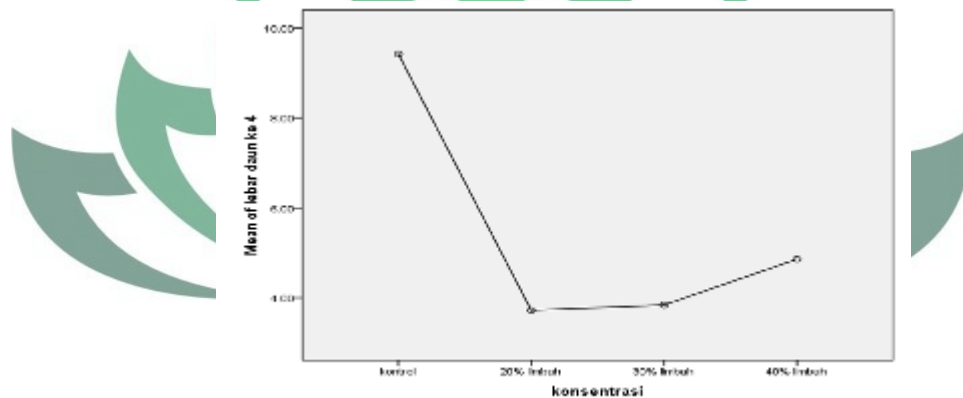
| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 5.69643 [*] | .46685 | .000 | 4.6199 | 6.7730 |
| | 30% limbah | 5.57750 [*] | .46685 | .000 | 4.5009 | 6.6541 |
| | 40% limbah | 4.56137 [*] | .46685 | .000 | 3.4848 | 5.6379 |
| 20% limbah | kontrol | -5.69643 [*] | .46685 | .000 | -6.7730 | -4.6199 |
| | 30% limbah | -.11893 | .46685 | .805 | -1.1955 | .9576 |
| | 40% limbah | -1.13507 [*] | .46685 | .041 | -2.2116 | -.0585 |
| 30% limbah | kontrol | -5.57750 [*] | .46685 | .000 | -6.6541 | -4.5009 |
| | 20% limbah | .11893 | .46685 | .805 | -.9576 | 1.1955 |
| | 40% limbah | -1.01613 | .46685 | .061 | -2.0927 | .0604 |
| 40% limbah | kontrol | -4.56137 [*] | .46685 | .000 | -5.6379 | -3.4848 |
| | 20% limbah | 1.13507 [*] | .46685 | .041 | .0585 | 2.2116 |
| | 30% limbah | 1.01613 | .46685 | .061 | -.0604 | 2.0927 |

Multiple Comparisons

lebar daun ke 4
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 5.69643* | .46685 | .000 | 4.6199 | 6.7730 |
| | 30% limbah | 5.57750* | .46685 | .000 | 4.5009 | 6.6541 |
| | 40% limbah | 4.56137* | .46685 | .000 | 3.4848 | 5.6379 |
| 20% limbah | kontrol | -5.69643* | .46685 | .000 | -6.7730 | -4.6199 |
| | 30% limbah | -.11893 | .46685 | .805 | -1.1955 | .9576 |
| | 40% limbah | -1.13507* | .46685 | .041 | -2.2116 | -.0585 |
| 30% limbah | kontrol | -5.57750* | .46685 | .000 | -6.6541 | -4.5009 |
| | 20% limbah | .11893 | .46685 | .805 | -.9576 | 1.1955 |
| | 40% limbah | -1.01613 | .46685 | .061 | -2.0927 | .0604 |
| 40% limbah | kontrol | -4.56137* | .46685 | .000 | -5.6379 | -3.4848 |
| | 20% limbah | 1.13507* | .46685 | .041 | .0585 | 2.2116 |
| | 30% limbah | 1.01613 | .46685 | .061 | -.0604 | 2.0927 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



4. Hasil Analisis Panjang Akar

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| panjang akar selada | kontrol | .242 | 3 | . | .973 | 3 | .684 |
| | 20% limbah | .181 | 3 | . | .999 | 3 | .942 |
| | 30% limbah | .208 | 3 | . | .992 | 3 | .827 |
| | 40% limbah | .183 | 3 | . | .999 | 3 | .933 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|---------|----------------|
| kontrol | 3 | 25.26 | 28.85 | 26.8833 | 1.81858 |
| 20% | 3 | 7.19 | 13.31 | 10.1958 | 3.06394 |
| 30% | 3 | 2.65 | 7.58 | 5.2417 | 2.47264 |
| 40% | 3 | 7.91 | 13.50 | 10.6500 | 2.79545 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

panjang akar selada

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 26.8833 | 1.81858 | 1.04996 | 22.3657 | 31.4009 | 25.26 | 28.85 |
| 20% limbah | 3 | 10.1958 | 3.06394 | 1.76896 | 2.5846 | 17.8071 | 7.19 | 13.31 |
| 30% limbah | 3 | 5.2417 | 2.47264 | 1.42758 | -.9007 | 11.3840 | 2.65 | 7.58 |
| 40% limbah | 3 | 10.6500 | 2.79545 | 1.61395 | 3.7057 | 17.5943 | 7.91 | 13.50 |
| Total | 12 | 13.2427 | 8.79831 | 2.53985 | 7.6525 | 18.8329 | 2.65 | 28.85 |

Test of Homogeneity of Variances

panjang akar selada

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .168 | 3 | 8 | .915 |

ANOVA

panjang akar selada

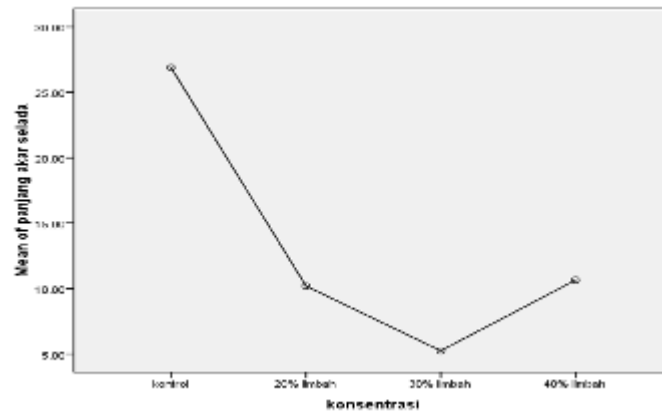
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 798.267 | 3 | 266.089 | 39.978 | .000 |
| Within Groups | 53.247 | 8 | 6.656 | | |
| Total | 851.514 | 11 | | | |

Multiple Comparisonspanjang akar selada
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 16.68750 | 2.10648 | .000 | 11.8300 | 21.5450 |
| | 30% limbah | 21.64167 | 2.10648 | .000 | 16.7841 | 26.4992 |
| | 40% limbah | 16.23333 | 2.10648 | .000 | 11.3758 | 21.0909 |
| 20% limbah | kontrol | -16.68750 | 2.10648 | .000 | -21.5450 | -11.8300 |

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------------|---------|------|----------|----------|
| | 30% limbah | 4.95417 [*] | 2.10648 | .047 | .0966 | 9.8117 |
| | 40% limbah | -.45417 | 2.10648 | .835 | -5.3117 | 4.4034 |
| 30% limbah | kontrol | -21.64167 [*] | 2.10648 | .000 | -26.4992 | -16.7841 |
| | 20% limbah | -4.95417 [*] | 2.10648 | .047 | -9.8117 | -.0966 |
| | 40% limbah | -5.40833 [*] | 2.10648 | .033 | -10.2659 | -.5508 |
| 40% limbah | kontrol | -16.23333 [*] | 2.10648 | .000 | -21.0909 | -11.3758 |
| | 20% limbah | .45417 | 2.10648 | .835 | -4.4034 | 5.3117 |
| | 30% limbah | 5.40833 [*] | 2.10648 | .033 | .5508 | 10.2659 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



5. Hasil Analisis Berat Basah Tanamab Selada

Tests of Normality

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| berat basah selada | kontrol | .232 | 3 | . | .980 | 3 | .726 |
| | 20% limbah | .353 | 3 | . | .822 | 3 | .169 |
| | 30% limbah | .367 | 3 | . | .792 | 3 | .096 |
| | 40% limbah | .271 | 3 | . | .948 | 3 | .560 |

a. Lilliefors Significance Correction

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|---|---------|---------|---------|----------------|
| kontrol | 3 | 72.50 | 82.50 | 77.9167 | 5.05181 |
| 20% | 3 | 1.48 | 2.55 | 2.1563 | .58794 |
| 30% | 3 | .99 | 3.85 | 1.9988 | 1.60309 |
| 40% | 3 | 3.37 | 5.91 | 4.8083 | 1.30451 |
| Valid N (listwise) | 3 | | | | |

Descriptives

berat basah selada

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| kontrol | 3 | 77.9167 | 5.05181 | 2.91667 | 65.3673 | 90.4661 | 72.50 | 82.50 |
| 20% limbah | 3 | 2.1563 | .58794 | .33945 | .6957 | 3.6168 | 1.48 | 2.55 |
| 30% limbah | 3 | 1.9988 | 1.60309 | .92555 | -1.9836 | 5.9811 | .99 | 3.85 |
| 40% limbah | 3 | 4.8083 | 1.30451 | .75316 | 1.5678 | 8.0489 | 3.37 | 5.91 |
| Total | 12 | 21.7200 | 33.98862 | 9.81167 | .1247 | 43.3153 | .99 | 82.50 |

Test of Homogeneity of Variances

berat basah selada

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3.573 | 3 | 8 | .067 |

ANOVA

berat basah selada

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 12647.213 | 3 | 4215.738 | 559.522 | .000 |
| Within Groups | 60.276 | 8 | 7.535 | | |
| Total | 12707.490 | 11 | | | |

Multiple Comparisons

berat basah selada

LSD

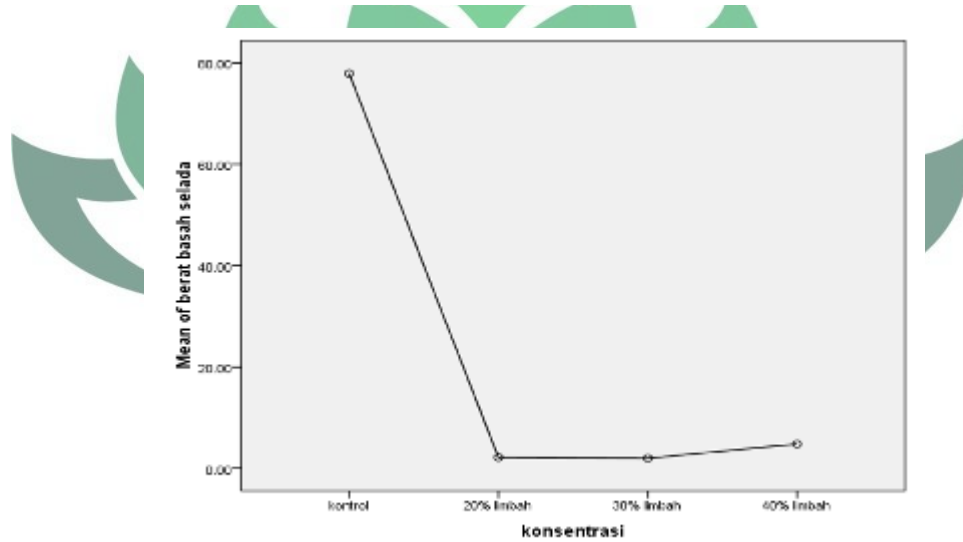
| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 75.76042 [*] | 2.24121 | .000 | 70.5922 | 80.9287 |
| | 30% limbah | 75.91792 [*] | 2.24121 | .000 | 70.7497 | 81.0862 |
| | 40% limbah | 73.10833 [*] | 2.24121 | .000 | 67.9401 | 78.2766 |
| 20% limbah | kontrol | -75.76042 [*] | 2.24121 | .000 | -80.9287 | -70.5922 |
| | 30% limbah | .15750 | 2.24121 | .946 | -5.0107 | 5.3257 |
| | 40% limbah | -2.65208 | 2.24121 | .271 | -7.8203 | 2.5162 |
| 30% limbah | kontrol | -75.91792 [*] | 2.24121 | .000 | -81.0862 | -70.7497 |
| | 20% limbah | -.15750 | 2.24121 | .946 | -5.3257 | 5.0107 |
| | 40% limbah | -2.80958 | 2.24121 | .245 | -7.9778 | 2.3587 |
| 40% limbah | kontrol | -73.10833 [*] | 2.24121 | .000 | -78.2766 | -67.9401 |
| | 20% limbah | 2.65208 | 2.24121 | .271 | -2.5162 | 7.8203 |
| | 30% limbah | 2.80958 | 2.24121 | .245 | -2.3587 | 7.9778 |

Multiple Comparisons

berat basah selada
LSD

| (I) konsentrasi | (J) konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| kontrol | 20% limbah | 75.76042 [*] | 2.24121 | .000 | 70.5922 | 80.9287 |
| | 30% limbah | 75.91792 [*] | 2.24121 | .000 | 70.7497 | 81.0862 |
| | 40% limbah | 73.10833 [*] | 2.24121 | .000 | 67.9401 | 78.2766 |
| 20% limbah | kontrol | -75.76042 [*] | 2.24121 | .000 | -80.9287 | -70.5922 |
| | 30% limbah | .15750 | 2.24121 | .946 | -5.0107 | 5.3257 |
| | 40% limbah | -2.65208 | 2.24121 | .271 | -7.8203 | 2.5162 |
| 30% limbah | kontrol | -75.91792 [*] | 2.24121 | .000 | -81.0862 | -70.7497 |
| | 20% limbah | -.15750 | 2.24121 | .946 | -5.3257 | 5.0107 |
| | 40% limbah | -2.80958 | 2.24121 | .245 | -7.9778 | 2.3587 |
| 40% limbah | kontrol | -73.10833 [*] | 2.24121 | .000 | -78.2766 | -67.9401 |
| | 20% limbah | 2.65208 | 2.24121 | .271 | -2.5162 | 7.8203 |
| | 30% limbah | 2.80958 | 2.24121 | .245 | -2.3587 | 7.9778 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



LAMPIRAN 3**DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN****A. Alat dan Bahan Penelitian**

Aerator



Rockwol



Net pot



selang kecil bening



Styrofoam bekas anggur



Timbangan digital



gelas ukur



pH meter



Mesin bor



Nampan



Gergaji besi



Air stone



Ember



Jrigen air



Alat tulis, lakban, gunting/cutter



plastik bening besar



Bibit kangkung



EM4



AB-Mix



Air



limbah cair tapioka

B. Pembuatan Fermentasi Limbah Cair Tapioka



Pengambilan limbah dipabrik



persiapan alat dan bahan



Limbah dimasukkan kedalam drigen



Penambahan EM4



Penambahan EM4



Hasil fermentasi limbah cair
tapioka setelah 28 hari

C. Proses Penyemaian dan Perakitan Rangkaian Hidroponik



Pemotongan rockwool



melubangi rockwool



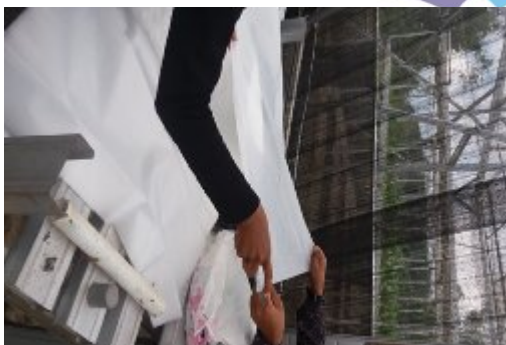
Memasukan bibit kedalam media tanam



selada setelah 5 hari



Tanaman selada setelah 10 hari



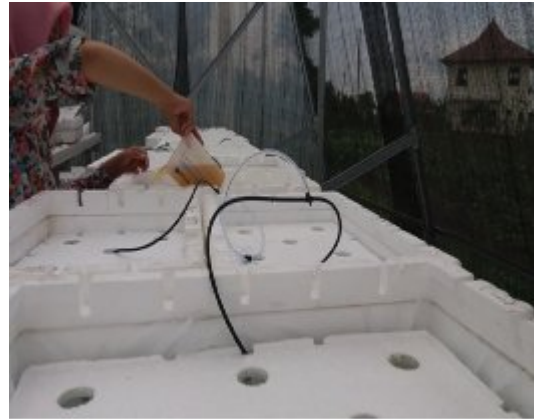
Memotong plastik untuk alas wadah



Merakit hidroponik rakit apung dan mengisi nya dengan air 10 L/wadah



Menaruh netpot kedalam lubang wadah



Memasukan limbah sesuai perlakuan

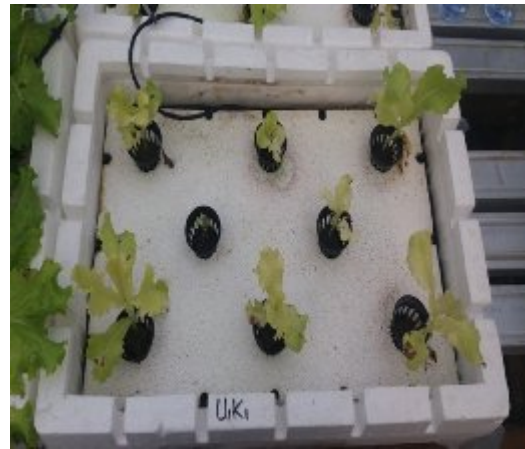
D. Proses Pemanenan



Tampak tanaman setelah 3 minggu



Tanaman selada perlakuan K0



Tanaman selada perlakuan K1



Tanaman selada perlakuan K2



Tanaman selada perlakuan K3



Proses pembersihan tanaman dari media tanam

E. Proses pengukuran



Pengukuran tinggi tanaman



pengukuran lebar daun



Pengukuran panjang akar



Pengukuran berat basah



Pengukuran pH dan TDS

SILABUS KEGIATAN PEMBELAJARAN

TINGKAT SATUAN PENDIDIKAN : SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)
MATA PELAJARAN : BIOLOGI
KELAS / Semester : XII (Duabelas) / I
Alokasi waktu : 10 × 45 menit
STANDAR KOMPETENSI : Melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan

| Kompetensi Dasar | Kompetensi Sebagai Hasil Belajar | Materi Pembelajaran | Kegiatan Pembelajaran | Indikator | Penilaian | Alokasi Waktu | Sumber Belajar |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 Merencanakan percobaan pengaruh luar terhadap pertumbuhan tumbuhan | <ul style="list-style-type: none"> Melengkapi peta konsep Merumuskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan Mengumpulkan informasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan Menemukan adanya gejala pertumbuhan Merumuskan masalah Merumuskan hipotesis Menyusun variabel penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Pengertian pertumbuhan dan perkembangan Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan <ol style="list-style-type: none"> Faktor internal Faktor eksternal Menyusun rencana penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Studi membaca dan diskusi untuk memahami konsep pertumbuhan dan perkembangan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan Tugas kegiatan 1.1 Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan Diskusi menyusun rencana penelitian Presentasi rencana penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Menemukan adanya gejala pertumbuhan dan perkembangan Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan Merumuskan masalah berdasarkan gejala pertumbuhan yang ditemukan Merumuskan hipotesis dari rumusan masalah yang sudah dirumuskan Merumuskan variabel penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Jenis tagihan: <ol style="list-style-type: none"> Tugas kelompok penyusunan proposal Presentasi Uji kompetensi tertulis Bentuk instrumen: <ol style="list-style-type: none"> Lembar penilaian proposal Lembar penilaian presentasi Soal uji kompetensi | 6 X 45 menit | <ul style="list-style-type: none"> Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis Buku kerja siswa IIIA, Ign. Khristiyo no, Esis Alat bantu presentasi |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.2 Melaksanakan percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tumbuhan</p> | <ul style="list-style-type: none"> Membuat rencana penelitian tertulis Membuat unit-unit penelitian Memberi perlakuan Mengukur kecepatan pertumbuhan Mencatat hasil pengukuran dalam tabel pengamatan Mengolah data hasil pengamatan Menarik kesimpulan berdasarkan data yang diolah Melaporkan hasil penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan penelitian Teknik menyusun laporan hasil penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Pelaksanaan penelitian kelompok di luar jam pelajaran | <p>untuk menguji hipotesis</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyusun unit-unit penelitian Membuat tabel pengamatan Menyusun rencana penelitian tertulis Menyiapkan alat dan bahan Memberikan perlakuan Mengukur hasil dan mencatat dalam tabel pengamatan Menganalisis data hasil pengamatan Menyimpulkan hasil penelitian Menyusun laporan tertulis hasil penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Jenis tagihan: 1. Tugas kelompok laporan hasil penelitian Bentuk instrumen: 1. Lembar penilaian hasil penelitian Jenis tagihan: 1. Presentasi Bentuk instrumen 1. Lembar penilaian presentasi | <p>0 X 45 menit</p> <p>4 X 45 menit</p> | <ul style="list-style-type: none"> Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis Buku kerja siswa IIIA, Ign. Khristiyo no. Esis Buku Bologi kelas XII, Dyah aryulina. Esis Buku kerja siswa IIIA, Ign. Khristiyo no Alat-alat presentas i |
| <p>1.3 Mengkomunikasikan hasil percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tumbuhan</p> | <ul style="list-style-type: none"> Menyusun hasil penelitian dalam bentuk laporan tertulis Menyusun laporan penelitian untuk presentasi Mempresentasikan hasil penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Teknik presentasi | <ul style="list-style-type: none"> Presentasi laporan hasil penelitian oleh masing-masing kelompok | <ul style="list-style-type: none"> Mempresentasikan hasil penelitian secara lisan | | | |



LAMPIRAN 5

PANDUAN PRAKTIKUM

Pengaruh Limbah Cair Tapioka Terhadap Pertumbuhan Tanamann Selada (*Lactuca sativa* L.) Dengan Teknik Hidroponik Sistem Rakit Apung.

| | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Tingkat Status Pendidikan | : Sekolah Menengah Atas (SMA) |
| Mata Pelajaran | : Biologi |
| Kelas/Semester | : XII (Dua Belas)/ I |
| Alokasi | : 2 x 45 Menit |
| Standar Kompetensi | : Melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman |

A. MATERI

1. Hidroponik

Hidroponik (*Hydro* = air, dan *phonic* = daya/pengerjaan). Secara umum berarti sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air yang berisi larutan yang di perkaya dengan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satu teknik hidroponik adalah hidroponik rakit apung.

Hidroponik rakit apung (*Floating Raft Hidroponic System / water culture System*) adalah menanam tanaman pada suatu rakit berupa panel tanam yang dapat mengapung di atas permukaan larutan nutrisi dengan akar menjuntai kedalam air. Sistem rakit apung merupakan sistem pemberian air dengan menggunakan sub irigasi larutan yaitu larutan unsur hara disuplai melalui pompa secara teratur. Sedangkan untuk menopang tinggi tegaknya tanaman digunakan *styrofoam* yang telah dilubangi dengan jarak lubang tertentu untuk jarak

tanaman, dan dibantu spon agar akar dapat secara maksimal menyerap unsur hara yang telah tersedia pada air irigasi.

2. Pertumbuhan tanaman

Pertumbuhan adalah proses pertambahan volume yang *irreversible* (tidak dapat balik) karena adanya pembesaran sel dan pertumbuhan jumlah sel atau pembelahan sel (pembelahan mitosis) atau keduanya. Pertumbuhan pada tumbuhan dapat dinyatakan secara kuantitatif karena tumbuhan dapat diketahui dengan mengukur besar dan tinggi batang, menimbang massa sel baik berupa berat kering maupun berat basah, menghitung jumlah daun, jumlah bunga, maupun jumlah buahnya.

Selama pertumbuhan, tumbuhan juga mengalami proses diferensiasi, pematangan organ, serta peningkatan menuju kedewasaan. Pada saat itulah tumbuhan mengalami proses yang disebut dengan perkembangan. Perkembangan tidak dapat dinyatakan secara kuantitatif, tetapi dilihat dengan adanya peningkatan menuju kesempurnaan. Pertumbuhan dan perkembangan tersebut berjalan secara simultan (bersama). Salah satu fase atau tahapan dari pertumbuhan dan perkembangan adalah proses perkecambahan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan tanaman pada teknik hidroponik rakit apung ialah penambahan berbagai unsur hara. Unsur hara tersebut diantaranya ialah unsur N, P, dan K. Salah satu upaya untuk memenuhi unsur hara tersebut ialah dengan memanfaatkan limbah industri seperti limbah cair tapioka.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri atas benih selada (*Lactuca sativa* L.), EM4, nutrisi hidroponik A-B mix, dan limbah cair tapioka.

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah drigen, *net pot*, *rockwool*, kotak *styrofoam* bekas anggur hitam, pisau *cutter*, whole solder, plastik bening ukuran besar, ember, spayer, selang bening kecil, *air stone*, lakban, penggaris, alat tulis, aerator dan Ph meter.

C. Cara Kerja

1. Tahap persiapan

a. Fermentasi limbah cair tapioka : Siapkan limbah cair tapioka dan menampungnya pada wadah besar lalu di fermentasi dengan EM4. Perbandingan pemberian EM4 dengan limbah cair tapioka adalah 1:100 (1%) selama 28 hari. Setelah 28 hari lakukan penyaringan untuk memisahkan antara padatan dan cairan,

b. Penyemaian : Tanam bibit biji selada pada media tanam *rockwool*. Setelah 1 – 7 hari setelah tanaman jika mayoritas tunas sudah tumbuh, pindahkan ke tempat yang terkena sinar matahari.

2. Menyiapkan media tanam : rakit wadah tanaman dengan metode hidroponik rakit apung.

3. Aplikasi Perlakuan

a. Masukkan tanaman hasil semaian berumur sekitar 10 hari setelah penyemaian (jika tanaman sudah memiliki 3-4 helai daun). Satu netpot diisi 1 *rockwool* berisi tanaman kangkung darat

b. Dosis Perlakuan adalah sebagai berikut :

- perlakuan kontrol positif (K0) : 10 liter air dengan tambahan nutrisi AB_mix
- perlakuan 1 (K1) 20% = 2 l limbah + 8 l air
- perlakuan 2 (K2) 30% = 3 l limbah + 7 l air
- perlakuan 3 (K3) 40% = 4 l limbah + 6 l air.

c. Tambahkan larutan limbah jika larutan berkurang, sesuai dengan dosis masing-masing perlakuan sampai batas waktu panen yang sudah ditentukan.

4. Pemeliharaan tanaman

a. Penyiangkan Gulma dan lumut yang tumbuh di area wadah penanaman selada dan di daerah netpot tanaman selada

b. Lakukan perawatan dengan cara pengecekan dan penambahan nutrisi yang teratur. Selain itu penyiangkan, penyulaman, serta pengendalian hama dan penyakit.

c. Lakukan Pengendalian hama/serangga dengan cara pemberian kawat nyamuk/paranet ditiap sisi green house dan atap bening.

d. Pastikan mesin aerator pada setiap perlakuan tetap berjalan.

5. Batas penelitian

Pemanenan tanaman selada dilakukan ketika umur tanaman sudah berumur 3 minggu setelah penyemaian. Lakukan pemanenan selada dengan cara mencabut sampai akar. Panen dilakukan pada sore hari.

D. Tabel pengamatan

| Umur minggu ke | Parameter yang diamati | | | | |
|----------------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| | Tinggi tanaman | Jumlah daun | Lebar daun | Panjang akar | Berat basah |
| K0 | | | | | |
| K1 | | | | | |
| K2 | | | | | |
| K3 | | | | | |

E. Hasil Pengamatan**F. Evaluasi**

1. Jelaskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman.
2. Bagaimanakah pengaruh pemberian limbah cair tapioka terhadap pertumbuhan tanaman selada?
3. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan!